

BCA de Rompeolas Viviente Actualizado, marzo de 2021

Descripción de los cambios:

Este Análisis de Costos y Beneficios (Benefit-Cost Analysis, BCA) del proyecto Rompeolas Viviente (Living Breakwaters) de Reconstrucción por Diseño (Rebuild by Design, RBD) del Estado fue elaborado por los consultores WSP del Estado en marzo de 2021, de conformidad con la Guía del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano (Department of Housing and Urban Development, HUD) sobre BCA para proyectos de RBD en CPD-16-06. Este BCA actualiza el BCA de enero de 2017 del Estado para el proyecto Rompeolas Viviente (disponible en [https://stormrecovery.ny.gov/sites/default/files/crp/community/documents/Living Breakwaters BCA Spanish.pdf](https://stormrecovery.ny.gov/sites/default/files/crp/community/documents/Living%20Breakwaters%20BCA%20Spanish.pdf)) para que refleje el alcance, los costos, los componentes y otros detalles de Rompeolas Viviente incluidos en la Modificación 28 al Plan de Acción del Estado. El HUD requería que los beneficiarios de fondos de RBD brindaran una evaluación de los proyectos de RBD financiados mediante un BCA en Modificaciones al Plan de Acción de RBD posteriores en la Notificación del Registro Federal (FR-5696-N-11) del 16 de octubre de 2014.

Los cambios más importantes incluidos en este BCA actualizado para Rompeolas Viviente incluyen:

- actualizaciones a los resultados del BCA,
- eliminación del componente Centro Acuático (Water Hub),
- actualizaciones a las metodologías y los datos usados para cuantificar los beneficios del proyecto, lo que incluye una metodología de atenuación de oleaje actualizada y resultados basados en diseños finales con ingeniería de valores,
- adición de nuevos componentes de resistencia social,
- adición de nuevos tipos de beneficios, y
- actualizaciones a los costos y el cronograma del proyecto y otra información para que el proyecto refleje el proyecto descrito en la Modificación ____ al Plan de Acción.

Mientras el proyecto atravesaba el proceso de diseño final e ingeniería de valores y redefinición de alcance del componente de rompeolas, la adición de componentes de resistencia social y la eliminación del componente de Centro Acuático, los costos totales esperados del proyecto han aumentado de aproximadamente \$62 millones a \$83 millones; los beneficios totales esperados han aumentado de aproximadamente \$76 millones a aproximadamente \$85 millones; y la relación costo-beneficio general ha disminuido de 1.22 a 1.03 (1.54 al usar una tasa de descuento del 3% que con frecuencia se aplica en estudios que evalúan los beneficios ambientales y para el ecosistema).

Los cambios en cada sección incluyen:

- **Resumen ejecutivo:** eliminación del componente de Centro Acuático del alcance del proyecto, actualizaciones a los resultados del BCA.
- **Introducción:** eliminación del componente de Centro Acuático del alcance del proyecto, adición de debate sobre actualización del BCA, actualizaciones al cronograma y costo del proyecto.
- **Beneficios y costos:** actualizaciones a los costos y el cronograma del proyecto; actualizaciones a los datos y la metodología del BCA, incluida la actualización del modelado de atenuación de

oleaje; adición de cálculos de beneficios para daños evitados a parques y servicios públicos, retiro de basura y escombros, reparaciones de emergencia; eliminación de los beneficios del componente de Centro Acuático y adición de beneficios para los beneficios adicionales de resistencia social; eliminación de beneficios de desarrollo de la fuerza laboral como un cálculo de beneficios por separado.

- **Riesgos del proyecto:** eliminación de las limitaciones ecológicas a los períodos de construcción como un riesgo del proyecto; actualizaciones al análisis de sensibilidad y resultados del análisis de tasa de descuento.
- **Conclusión:** actualizaciones a los resultados del BCA.
- **Bibliografía:** actualizaciones a las referencias usadas
- **Anexos/Apéndices:** eliminación del Anexo 1- “Diseño esquemático para la protección del rompeolas viviente y la costa de Tottenville: Estándares y supuestos para la exploración del proyecto y 30% de diseño, v. 4”; adición del Apéndice A - “Memorando de rendimiento de atenuación de oleaje con la elevación del nivel del mar” y del Apéndice B - “Mapas de análisis de impacto”

OFICINA DE RECUPERACIÓN ANTE TORMENTAS DEL GOBERNADOR
(GOVERNOR'S OFFICE OF STORM RECOVERY) DEL ESTADO DE NUEVA
YORK

ROMPEOLAS VIVIENTE ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS

3/24/2021





ROMPEOLAS VIVIENTE

ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS

OFICINA DE RECUPERACIÓN ANTE TORMENTAS
DEL GOBERNADOR (GOVERNOR'S OFFICE OF
STORM RECOVERY) DEL ESTADO DE NUEVA
YORK

PROYECTO NRO.: LSC2043436.07LSC2043436.07LSC2043436.07
FECHA: MARZO DE 2021

WSP USA SOLUTIONS, INC.

ÍNDICE

1	Resumen ejecutivo.....	1
2	Introducción	5
2.1	Escenario futuro “Con proyecto”	5
2.2	Escenario futuro "Sin proyecto"	5
2.3	Aspectos clave del análisis.....	6
2.4	Proceso de preparación del análisis de costos y beneficios	6
2.5	Proyecto financiado propuesto	6
2.6	Cronograma del proyecto	7
2.7	Costo total del proyecto	7
2.8	Situación actual y problema a solucionar	7
2.9	Riesgos que enfrenta la comunidad del área del proyecto ..	8
3	Costos y beneficios.....	10
3.1	Costos del ciclo de vida.....	10
3.2	Beneficios	11
3.2.1	Beneficios de resistencia.....	11
3.2.2	Valor ambiental	26
3.2.3	Valor social	29
3.2.4	Revitalización económica.....	32
4	Riesgos del proyecto	35
4.1	Descripción de los riesgos del proyecto.....	35
4.2	Análisis de sensibilidad.....	35
4.2.1	Tasa de descuento.....	36



5	Evaluación de los desafíos de implementación	38
6	Conclusión	39
	Bibliografía	43
	Apéndice A Memorando: Desempeño de atenuación de oleaje con aumento del nivel del mar	
	Apéndice B Mapas de análisis de impacto	

TABLAS

Tabla ES-1:	Rompeolas Viviente – resumen de análisis de costos y beneficios Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-1:	Costo de inversión del proyecto (en dólares de 2020)..... Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-2:	Elevación de aguas tranquilas y altura del oleaje para tormentas .. Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-3:	Daños estructurales a edificios residenciales, funciones de daño de profundidad por tipo de edificio..... Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-4:	Daños de contenidos a edificios residenciales, funciones de daño de profundidad por tipo de edificio..... Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-5:	Daños estructurales a edificios comerciales, funciones de daño de profundidad por tipo de edificio..... Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-6:	Daños de contenidos a edificios comerciales, funciones de daño de profundidad por tipo de edificio..... Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-7:	Daños a estructuras y contenidos evitados Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-8:	Costos de alquiler y costos de interrupción por tipo de ocupación..... Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-9:	Duración del desplazamiento por tipo de ocupación y profundidad de inundación Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-10:	Costos de desplazamiento evitados Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-11:	Impactos económicos de la pérdida de energía eléctrica (per cápita por día) Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-12:	Daños a vehículos evitados Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-13:	Daños a parques y servicios públicos evitados Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-14:	Retiro de escombros evitado Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-15:	Reparaciones de emergencia evitadas Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-16:	Resumen de los valores bajos de los servicios al ecosistema..... Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-17:	Resumen de los valores anuales de 2016 del servicio al ecosistema para el sistema de rompeolas/arrecife de ostras Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-18:	Modificadores de valor ampliado/retraso temporal del hábitat del ecosistema Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-19:	Resumen de los servicios al ecosistema aplicados al hábitat de la zona submareal desplazada: Hábitat de fondo de grano pequeño y grande de la zona submareal Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-20:	Usuarios recreativos ... Error! Bookmark not defined.
Tabla 3-21:	Marinas de Staten Island Error! Bookmark not defined.
Tabla 6-1:	Rompeolas Viviente – resumen de análisis de costos y beneficios (dólares de 2020) Error! Bookmark not defined.

FIGURAS

Figura ES-1:	Rompeolas Viviente: Ilustración del proyecto piloto de Reconstrucción por Diseño de Tottenville	2
Figura ES-2:	Beneficios del proyecto: Valores actuales acumulados (2020-2070, tasa de descuento del 7 por ciento)	3
Figura 2-1:	Cambio histórico a largo plazo de la costa.....	8
Figura 3-1:	Edificios afectados.....	13
Figura 3-2:	Dinámica ilustrativa de la costa – cambio histórico observado de la costa, 1978-primavera de 2012 (antes de Sandy).....	21
Figura 3-3:	Distribución de frecuencias de los proyectos de protección de la costa de Nueva York.....	22
Figura 3-4:	Yarda cúbica promedio por pie lineal de arena para proyectos de protección de la costa	22
Figura 3-5:	Esquema de vista subacuática del Rompeolas Viviente.....	29
Figura 4-1:	Valor neto actual del proyecto Rompeolas Viviente a diferentes tasas de descuento	37
Figura 6-1:	Proyecto Rompeolas Viviente: resumen de análisis de costos y beneficios.....	41

1 RESUMEN EJECUTIVO

Este análisis de costos y beneficios (Benefit Cost Analysis, BCA) se preparó para el Rompeolas Viviente: El proyecto piloto de reconstrucción por diseño de Tottenville (Rompeolas Viviente o el proyecto) de WSP USA Solutions, Inc. (WSP) en nombre de la Oficina del Gobernador para la Recuperación ante Tormentas (Governor's Office of Storm Recovery, GOSR). El Proyecto se ubica en las aguas de Raritan Bay (parte baja del puerto de Nueva York) a lo largo de la costa de Staten Island y se extiende desde Tottenville y Conference House Park, desde Wards Point en el suroeste hasta Butler Manor Woods en el noreste (**Figura ES-1**).

El BCA es una actualización del informe de BCA original preparado por WSP (anteriormente Louis Berger, U.S.), con fecha del 17 de enero de 2017. Esta actualización refleja la información más reciente acerca de los elementos y el diseño del Proyecto, sus costos, y beneficios. Al igual que el BCA anterior, este BCA se preparó siguiendo la Guía de BCA para Modificaciones de Planes de Acción (Action Plan Amendments, APA) para Proyectos de Reconstrucción por Diseño (Rebuild by Design, RBD) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de EE.UU. (Department of Housing and Urban Development, HUD) (HUD CPD-16-06). El análisis se sustenta en principios económicos y financieros generalmente aceptados para el BCA, como se expresa en la Circular A-94 de la Oficina federal de Administración y Presupuesto (Office of Management and Budget, OMB).

El Proyecto tiene los siguientes elementos:

- Un sistema de rompeolas especialmente diseñado y mejoras físicas del hábitat en el sistema de rompeolas, incluido el restablecimiento de mariscos (ostras) en los rompeolas, junto con un breve segmento de restauración de la ribera (colocación de arena una única vez en la playa existente).
- El cultivo de ostras y las actividades que respaldan el restablecimiento de ostras, lo que incluye: el cultivo de ostras (expansión de criaderos, centros en lugares remotos, etc.), recolección y curado de conchas, y la instalación de ostras en el rompeolas, además de los criaderos de ostras en Lemon Creek y Great Kills Harbor, que generan y mejoran la conectividad ecológica en todos los sitios para larvas de ostras y especies móviles (peces, cangrejos, etc.) que los habitan.
- Programación que incluye actividades educativas, de gestión y de desarrollo de capacidad relacionadas con el rompeolas.

El proyecto está diseñado para: 1) reducir el riesgo costero a través de la disminución de la exposición a la acción del oleaje y la erosión asociada a lo largo de la costa en Tottenville, Staten Island; 2) mejorar las funciones del hábitat y los valores que apoyan los ecosistemas locales mediante la creación y mejora de hábitats costeros y cercanos a la costa y 3) fomentar la gestión y el uso recreativo y educativo de la costa y cerca de la costa a través de una mayor sensibilización, acceso y participación.

El BCA indica que el proyecto generará beneficios netos sustanciales (es decir, los beneficios exceden los costos a lo largo de la vida del Proyecto) a la comunidad costera de Tottenville, Staten Island, Nueva York, así como a otros beneficiarios de la región metropolitana de Nueva York.

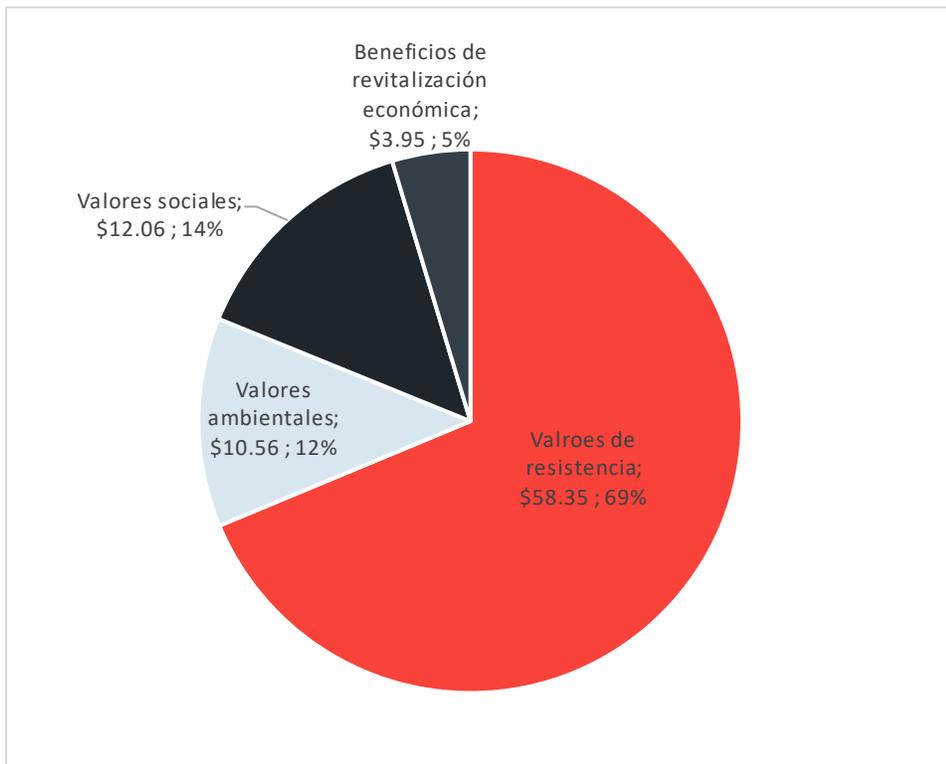
Figura ES-1: Rompeolas Viviente: Ilustración del proyecto piloto de Reconstrucción por Diseño de Tottenville



El BCA tiene en cuenta el costo y los beneficios del Proyecto que se espera que ocurran durante el período de evaluación de 50 años. Siguiendo la guía del HUD, el BCA aplica una tasa de descuento del 7 por ciento para determinar el valor presente de los flujos de costo y beneficio futuros. El valor actual del costo de ciclo de vida del Proyecto, que incluye un costo de capital inicial y costos de operación y monitoreo anuales durante el período de evaluación, se estimó en \$82.7 millones. El valor actual de los beneficios del Proyecto durante el período de evaluación se estimó en \$84.9 millones. Como se muestra en la Figura ES-2, los beneficios incluyen:

- \$58.3 millones en valores de resistencia;
- \$10.6 millones en valores ambientales;
- \$12.1 millones en valores sociales; y
- \$3.9 millones en beneficios de revitalización económica.

Figura ES-2: Beneficios del proyecto: Valores actuales acumulados (2020-2070, tasa de descuento del 7 por ciento)



Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de los beneficios netos del Proyecto (beneficios menos costos) es de \$2.2 millones, y la relación costo-beneficio (benefit-cost ratio, BCR) (beneficios divididos por costos) es del 1.03 (**Tabla ES-1**). Estos beneficios netos demuestran que el proyecto tiene mérito, agregaría valor a la comunidad de Tottenville y proporcionaría beneficios a otros beneficiarios de toda la región metropolitana de Nueva York.

Los flujos anuales futuros de costos y beneficios del Proyecto se sometieron a un análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad probó cómo los cambios de suposiciones alterarían la viabilidad económica del Proyecto medida por la BCR y el valor neto actual. El análisis de sensibilidad muestra que, con una tasa de descuento del 3 por ciento, el valor actual del beneficio neto del Proyecto es de \$50 millones, y la BCR es de 1.54. El análisis de sensibilidad también examinó los posibles excesos de costos de construcción y los cambios en los costos de operación y mantenimiento (Operations & Maintenance, O&M), así como reducciones sustanciales en las mayores categorías de beneficios. Los resultados muestran que el valor neto actual de los beneficios del proyecto es robusto con una tasa de descuento del 3 por ciento y puede soportar estos factores de estrés estándares dadas las incertidumbres que puedan surgir y seguiría siendo económicamente viables durante este período.

Tabla ES-1: Rompeolas Viviente – resumen de análisis de costos y beneficios

	7%	3%
COSTOS DEL CICLO DE VIDA		
Costos de inversión del proyecto	\$78,280,740	\$85,608,660
Operaciones y mantenimiento	\$4,379,303	\$7,428,897
Costos totales	\$82,660,043	\$93,037,558
BENEFICIOS		
Valores de resistencia	\$58,345,852	\$89,841,035
Daños evitados a la propiedad	\$3,446,874	\$7,277,180
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$3,262,364	\$6,567,390
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$561,915	\$1,131,178
Costos evitados por pérdida de productividad	\$1,259,875	\$2,536,225
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$47,450,148	\$67,555,200
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$266,448	\$542,491
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$323,207	\$650,640
Costo evitado por cortes de electricidad	\$1,159,383	\$2,333,927
Daños a automóviles evitados	\$77,179	\$167,266
Escombros evitados	\$6,850	\$14,512
Reparaciones de emergencia evitadas	\$22,078	\$47,813
Daños a parques y servicios públicos evitados	\$509,532	\$1,017,212
Valores ambientales	\$10,557,255	\$21,481,453
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$10,723,747	\$21,809,222
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$166,492	\$327,769
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$10,557,255	\$21,481,453
Valores sociales	\$12,057,887	\$23,832,401
Gestión educativa/ambiental	\$322,966	\$405,211
Recreación	\$11,734,921	\$23,427,190
Beneficios de revitalización económica	\$3,946,572	\$7,878,799
Impactos sobre el valor de la propiedad ([Distancia y ancho de la playa])	\$3,946,572	\$7,878,799
Beneficios totales	\$84,907,565	\$143,033,689
BENEFICIOS NETOS	\$2,247,522	\$49,996,131
Relación costo-beneficio	1.03	1.54

2 INTRODUCCIÓN

El análisis de costos y beneficios (BCA) del Proyecto de Reconstrucción por Diseño Rompeolas Viviente (Rompeolas Viviente o el Proyecto) se realizó mediante la aplicación de los procedimientos descritos en el documento de guía CPD-16-06 para proyectos de reconstrucción por diseño (RBD) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (HUD). El análisis también cumple con los procedimientos y principios que se encuentran en la Circular A-94 de la OMB. El análisis se basa en el marco de evaluación de proyecto “con” y “sin” que se usa para aislar los beneficios netos de la intervención.

2.1 ESCENARIO FUTURO “CON PROYECTO”

En el escenario futuro “con proyecto”, se construiría el proyecto, que constaría de los siguientes elementos:

- Un sistema de rompeolas especialmente diseñado y mejoras físicas del hábitat en el sistema de rompeolas, incluido el restablecimiento de mariscos (ostras) en los rompeolas, junto con un breve segmento de restauración de la ribera (colocación de arena una única vez en la playa existente).
- El cultivo de ostras y las actividades que respaldan el restablecimiento de ostras, lo que incluye: el cultivo de ostras (expansión de criaderos, centros en lugares remotos, etc.), recolección y curado de conchas, y la instalación de ostras en el rompeolas, además de los criaderos de ostras en Lemon Creek y Great Kills Harbor, que generan y mejoran la conectividad ecológica en todos los sitios para las larvas de ostras y especies móviles (peces, cangrejos, etc.) que los habitan.
- Programación adicional que incluye actividades educativas, de gestión y de desarrollo de capacidad relacionadas con lo mencionado previamente, mediante el Proyecto Mil Millones de Ostras (Billion Oysters Project).

Los componentes del Proyecto incluyen un sistema de rompeolas en alta mar diseñado para proporcionar la mayor cantidad de oportunidades de restauración ecológica y del hábitat. En este escenario, el proyecto:

- Reducirá el riesgo costero mediante la disminución de la exposición a la acción del oleaje y la erosión asociada a lo largo de la costa en Tottenville;
- Mejorará las funciones del hábitat y los valores que apoyan los ecosistemas locales mediante la creación y mejora de hábitats costeros y cercanos a la costa; y
- Fomentará la administración y el uso recreativo y educativo de la costa y sus cercanías a través de una mayor sensibilización, acceso y participación.

2.2 ESCENARIO FUTURO “SIN PROYECTO”

En el escenario futuro “sin proyecto”, no se construiría el Proyecto. Si el proyecto no se construye, la costa de Tottenville continuaría estando en mayor riesgo de erosión continua y las comunidades de la costa se enfrentarían al riesgo de daños producto del oleaje de tormentas, como se experimentó durante la supertormenta Sandy. Sin la construcción del proyecto, la comunidad podría seguir perdiendo zonas verdes y otros espacios abiertos y recursos naturales, y los residentes seguirían enfrentando el riesgo de lesiones corporales, pérdida de vidas, pérdida de propiedades y daños a la infraestructura pública. Estos impactos acumulativos tendrían un efecto negativo sobre la salud y la productividad de los residentes y la economía.

El hábitat acuático de la bahía adyacente a Tottenville permanecería en su estado actual caracterizado por una condición de fondo de arena/grava con un hábitat estructurado limitado para apoyar la variedad de peces, crustáceos, bivalvos y otros invertebrados benthicos identificados como una prioridad en el plan de restauración integral del estuario de Hudson Raritan. El hábitat de la costa permanecería sujeto a los efectos de perturbación y erosión de la acción del oleaje de alta energía durante tormentas graves no atenuadas por el Proyecto

La programación educativa en Conference House Park y la programación del proyecto Mil Millones de Ostras (Billion Oyster Project, BOP) en Staten Island permanecerían.

2.3 ASPECTOS CLAVE DEL ANÁLISIS

El BCA cuantifica los beneficios de reducción de riesgo y costo del ciclo de vida (valores de resistencia), valores ambientales, valores sociales y valores de revitalización económica que generaría el Proyecto según las directrices del HUD. Se proporcionan detalles sobre estas categorías de beneficios en la siguiente sección. Se incluye una reseña de los datos de desempeño de impacto y a atenuación de oleaje usados para el BCA en el Apéndice A.

El BCA usa un horizonte de tiempo de evaluación de 50 años y una tasa de descuento del 7 por ciento, según lo recomendado por el HUD y las pautas de OMB. El BCA también incluye un análisis de sensibilidad que evalúa el efecto de los cambios en suposiciones clave en los beneficios netos del Proyecto. Como parte del análisis de sensibilidad, se calcularon los beneficios netos usando la tasa de descuento del 3 por ciento que con frecuencia se aplica en estudios que evalúan los beneficios ambientales y para el ecosistema (Freeman, 1999).

El análisis incluye valoraciones basadas en cantidades físicas de estimación puntual para hábitats proyectados que proporcionan servicios al ecosistema y valores obtenidos de literatura revisada por pares que se hayan aplicado para valorar estos recursos usando técnicas de transferencia de beneficios. La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (Federal Emergency Management Agency, FEMA) ha aplicado métodos similares para valorar los servicios al ecosistema para proyectos de infraestructura ambiental o proyectos que eliminan las obstrucciones de las cuencas y las llanuras aluviales para restaurar los servicios al ecosistema (FEMA, 2013).

2.4 PROCESO DE PREPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS

El BCA fue preparado por WSP. Este BCA es una actualización al BCA de 2017, que también fue preparado por WSP, y usa las metodologías y suposiciones del BCA de 2017, según corresponda. Al igual que con el BCA de 2017, este BCA se basó en datos e información de la GOSR, el equipo de diseño del Rompeolas Viviente, incluidos SCAPE Landscape Architecture, Ocean and Coastal Consultants COWI, WSP, la Fundación Puerto de Nueva York (NY Harbor Foundation), MFS Engineers & Surveyors, y Arcadis, y la consultora de la GOSR que prepara la revisión ambiental del proyecto, AKRF. Además, WSP aplicó sus propios hallazgos de investigación, sus conocimientos multidisciplinarios conjuntos, su experiencia y su criterio profesional al realizar el BCA en nombre del estado de Nueva York.

2.5 PROYECTO FINANCIADO PROPUESTO

Los propósitos integrados del proyecto de Rompeolas Viviente son tres:

- (1) reducir el riesgo costero mediante la disminución de la exposición a la acción del oleaje y la erosión asociada a lo largo de la costa en Tottenville;
- (2) mejorar las funciones del hábitat y los valores que apoyan los ecosistemas locales mediante la creación y mejora de hábitats costeros y cercanos a la costa; y
- (3) fomentar la administración y el uso recreativo y educativo de la costa y sus cercanías mediante una mayor sensibilización, acceso y participación.

El proyecto es un innovador proyecto de infraestructura costera ecológica que busca aumentar la resistencia física, ecológica y social. El Proyecto se ubica en las aguas de Raritan Bay (parte baja del puerto de Nueva York) a lo largo de la costa de Staten Island. La costa afectada se extiende a lo largo de Tottenville y Conference House Park, desde Wards Point en el suroeste hasta Butler Manor Woods en el noreste. El área del Proyecto es un estuario poco profundo que históricamente ha servido de apoyo a pesquerías comerciales y de mariscos, y consiste en los siguientes elementos principales (Planos de Diseño Finales, SCAPE, 2020, Informe de Modelado, SCAPE, 2016):

- (1) Un sistema de rompeolas diseñado por ingenieros profesionales y mejoras físicas del hábitat en el sistema de rompeolas, incluido el restablecimiento de mariscos (ostras) en los rompeolas, junto con un breve segmento de restauración de la ribera (colocación de arena una única vez en la playa existente);
- (2) El cultivo de ostras y las actividades que respaldan el restablecimiento de ostras, lo que incluye: el cultivo de ostras (expansión de criaderos, centros en lugares remotos, etc.), recolección y curado de conchas, y la instalación de ostras en el rompeolas, además de los criaderos de ostras en Lemon Creek y Great Kills Harbor, que generan y mejoran la conectividad ecológica en todos los sitios para las larvas de ostras y especies móviles (peces, cangrejos, etc.) que los habitan; y
- (3) Programación que incluye actividades educativas, de gestión y de desarrollo de capacidad relacionadas con lo mencionado previamente.

2.6 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Se espera que la construcción del proyecto comience durante el tercer trimestre de 2021 y se complete entre fines de 2023 y fines de 2024. Para el BCA, se asumió que la construcción se completaría a mediados de 2024. Este período incluye los meses de desove de peces y cangrejos que podrían impedir que ciertas actividades de construcción ocurran durante épocas específicas del año, y es consistente con los principios de modelado económico conservador aplicados en el BCA.

2.7 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Los costos iniciales del proyecto se estiman en \$92 millones (en dólares de 2020). Esto incluye la estimación de costos del ingeniero desarrollada como parte del diseño al 100 por ciento para la construcción del rompeolas y restauración de la ribera, y una contingencia de construcción, así como también las estimaciones más al día de los siguientes costos brindadas por la GOSR: diseño, revisión ambiental, administración del programa, gestión de construcción, restablecimiento de ostras y programación educativa. Además, se realizará un monitoreo del desempeño estructural, desempeño funcional, y la función biológica a lo largo de toda la vida del Proyecto.

2.8 SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMA A SOLUCIONAR

Durante las graves tormentas de 2011 y 2012 (incluida la “supertormenta Sandy” en 2012), se demostró la necesidad de mejorar la protección contra la erosión, la atenuación del oleaje y la resistencia social cuando la comunidad de Tottenville experimentó graves daños por el oleaje de tormenta. Además de las tormentas, la costa ha experimentado una erosión continua durante los últimos 35 años. Si bien los patrones de cambio de la costa oscilan entre la erosión y la acreción, la mayor parte de la costa en el área del Proyecto ha experimentado erosión. En muchos lugares, las tasas de erosión promedian más de 1 pie por año y en una sección de la costa de Conference House Park la tasa media de erosión es de 3 pies por año. Para poner estas tasas en contexto, la **Figura 2-1** muestra el cambio histórico de la costa en parte del área del Proyecto durante los últimos 35 años.

Figura 2-1: Cambio histórico a largo plazo de la costa



Fuente: Informe de Modelado, SCAPE 2016

La necesidad de mejorar el hábitat dentro de la Bahía de Raritan ha sido bien documentada a través de evaluaciones e informes ecológicos que incluyen evaluaciones de hábitats del *Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de Raritan Bay (National Marine Fisheries Service Raritan Bay)* y evaluaciones de moluscos del *Departamento de Conservación Ambiental del Estado de Nueva York (New York State Department of Environmental Conservation Shellfish Assessments)* desarrolladas para la Administración de Drogas y Alimentos (Food and Drug Administration, FDA) en apoyo a su pesquería de chirla mercenaria (*Mercenaria mercenaria*) y al *Plan Integral de Restauración de Nueva York - Nueva Jersey para el Puerto de Nueva York (HRE-CRP)*.

El proyecto está adoptando un enfoque temático y espacial por capas para reducir el riesgo costero, restaurar y mejorar los hábitats importantes para los ecosistemas locales, mejorar el acceso al agua y comprometerse con los residentes a través de programas comunitarios y educativos directamente relacionados con los esfuerzos de resistencia costera y ecológica del Proyecto. El Proyecto es consistente con las Iniciativas de Protección Costera de la Ciudad de Nueva York y los estudios de planificación para el área de Tottenville, así como el HRE-CRP. Los esfuerzos y objetivos se guiaron por la evaluación de los hábitats en todo el puerto y sus funciones y valores utilizados en la redacción del *Plan Integral de Restauración* (Informe de Modelado, SCAPE, 2016; Bain et al, 2006: USACE, 2009).

2.9 RIESGOS QUE ENFRENTA LA COMUNIDAD DEL ÁREA DEL PROYECTO

Sin el proyecto, la comunidad de Tottenville seguiría enfrentando riesgos asociados con la erosión continua de la costa, la vulnerabilidad a la acción incontrolada del oleaje y la energía destructiva del oleaje y la susceptibilidad continua a futuros daños y dislocaciones sociales. Estos tipos de impactos fueron experimentados y se hicieron más notables durante las graves tormentas de 2011 y 2012 (incluida la supertormenta Sandy) cuando la comunidad de Tottenville experimentó graves daños por oleaje de tormenta. Sin embargo, es evidente que sin el proyecto los cambios en curso en la costa de la comunidad afectarán la calidad de vida en el futuro. Además de las tormentas, la costa ha experimentado una erosión continua durante los últimos 35 años a tasas descritas en la **Figura 2-1**. Si bien los patrones de cambio de la costa oscilan entre la erosión y la acreción, la mayor parte de la costa en el área del Proyecto ha experimentado erosión. Si no se abordan, estos patrones de erosión pueden alterar el carácter de la comunidad y generar continuas y costosas actividades de mantenimiento y restauración en el futuro. El estrechamiento de las playas significa una disminución de la protección contra la acción del oleaje, una mayor exposición de los elementos de la costa, como las dunas, a la erosión y la pérdida de importantes espacios públicos

en la costa. De hecho, algunos segmentos de la playa de Tottenville no son accesibles en marea alta y con las actuales tasas de erosión y aumento del nivel del mar (SLR) la extensión de estas zonas solo aumentará.

3 COSTOS Y BENEFICIOS

3.1 COSTOS DEL CICLO DE VIDA

Los costos del ciclo de vida del Proyecto consisten en costos de inversión del Proyecto (costos iniciales de capital de construcción), costos de monitoreo periódico, y costos operativos anuales recurrentes para programas educativos.

Los costos totales de inversión en el Proyecto se estiman en \$92 millones (en dólares de 2020). La **Tabla 3-1** muestra el desglose de los costos de inversión en costos de construcción, que incluyen la construcción del rompeolas, la restauración de la ribera y condiciones generales; contingencia de construcción; diseño; revisión ambiental; administración del programa; gestión de la construcción; restablecimiento de ostras; y programación educativa.

Los costos de construcción del proyecto se obtienen a partir de la estimación del ingeniero para la ingeniería de valores, que se realizó después de completado el diseño al 100 por ciento (2020) y de la licitación de contratistas de construcción. Se incluyó una contingencia del 3 por ciento de los costos totales de construcción. Los costos de inversión del proyecto para el restablecimiento de ostras se obtuvieron del Proyecto Mil Millones de Ostras (2020). Los costos de otros artículos son estimaciones actuales basadas en la etapa del proyecto y el presupuesto gastado hasta la fecha, y los obtuvo la GOSR.

Tabla 3-1: Costo de inversión del proyecto (en dólares de 2020)

	COSTO
Diseño	\$8,300,000
Revisión ambiental	\$2,911,424
Licitación de construcción general	\$67,497,131
Contingencia de construcción	\$2,024,914
Gestión de construcción	\$3,900,000
Instalación de ostras	\$3,000,000
Educación	\$2,147,965
Administración del programa	\$2,100,000
Total	\$91,881,434

Fuente: Estimación del ingeniero de Rompeolas Viviente (2020); Proyecto Mil Millones de Ostras (2020); GOSR (2021)

Una vez instalado, el rompeolas requerirá un monitoreo periódico. Los costos de monitoreo del proyecto incluyen los costos asociados con el monitoreo funcional, estructural y biológico. Las estimaciones de costos de monitoreo periódico por año se obtuvieron del equipo de diseño (SCAPE) y del equipo de permisos (AKRF). NYSDEC, según el manual de operación y mantenimiento del proyecto (COWI, 2020) aprobado por las agencias de permisos, puede decidir reevaluar la frecuencia de inspección y los costos asociados después de 15 años de monitoreo de rutina, con base en los hallazgos de inspección hasta la fecha y la práctica aceptada por la industria en ese momento. A los fines del BCA, se asumió un costo anual equivalente de \$317,000. El Proyecto Mil Millones de Ostras (Billion Oyster Project, BOP), que es una iniciativa de la ciudad para restablecer ostras en el Puerto de Nueva York que considera que la educación es clave para el éxito a largo plazo, realiza actividades educativas. Hasta la fecha, las actividades educativas han incluido el desarrollo de un plan de estudios de Rompeolas Viviente para los grados 4 a 10, durante el cual los estudiantes investigan los ecosistemas respaldados por los distintos hábitats en la Bahía de Raritan, los maestros emprenden actividades de desarrollo profesional, y los investigadores realizan trabajos de campo.

Además de continuar con las actividades educativas realizadas hasta la fecha, comenzará una programación educativa adicional durante la construcción del rompeolas y el restablecimiento de ostras. La programación educativa adicional incluirá un tour a pie anual, un evento ribereño anual, y mejoras a una exhibición sobre el restablecimiento de ostras. El costo y la descripción del programa educativo se obtuvieron del BOP (Memorandum del BOP con fecha del 2/20/21).

El evento público anual y el tour a pie anual se realizarán a lo largo de la ribera en Conference House Park, desde donde la mayor parte del rompeolas viviente será visible durante la marea decreciente y en marea baja. La mejora a la exhibición de restablecimiento de ostras también se encontrará en Conference House Park. La audiencia objetivo para el evento público es estudiantes y maestros. Las actividades en el evento pueden incluir el monitoreo de ostras, pesca de cerco y ejercicios de un plan de lección de Rompeolas Viviente. La audiencia para el tour a pie es escuelas, grupos comunitarios y el público general. Los temas del tour a pie pueden incluir una introducción al rompeolas y su importancia, e historias de la comunidad local y cómo interactúan con el sitio. Las mejoras a la exhibición pueden incluir idiomas, carteles, ejemplos de instalaciones de ostras y la reproducción de videos.

Para el BCA, se asume que la construcción del rompeolas y el restablecimiento de ostras estarán completos a mediados de 2024. Se asumió que los costos de monitoreo del rompeolas comenzarían al completar el rompeolas y ocurrirían durante el período de evaluación de 50 años. Se asume que la programación educativa adicional relacionada con el restablecimiento de ostras comenzará en 2022 y continuará hasta 2029. Se asume que el plan de estudios de Rompeolas Viviente continuará beneficiando a los estudiantes después de completado el Proyecto.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del flujo de costos durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$82.7 millones.

3.2 BENEFICIOS

3.2.1 BENEFICIOS DE RESISTENCIA

Los valores de resistencia son los beneficios que capturan la reducción del riesgo y los valores de prevención de riesgos y protección de infraestructura y propiedades ofrecidos por el Proyecto. En el escenario de futuro “con proyecto”, estos valores son los costos evitados en los que se hubiera incurrido en el escenario de futuro “sin proyecto”. Un costo evitado en el que ya no se incurriría en la situación de un futuro “con proyecto” se contó como un beneficio anual en el BCA.

DAÑOS EVITADOS A LA PROPIEDAD

INTRODUCCIÓN

El rompeolas brinda beneficios de atenuación de oleaje. Los daños por oleaje evitados a las estructuras y los contenidos de edificios fueron cuantificados usando una metodología que comparó los daños y costos de diversos eventos de tormenta en el escenario “con proyecto” con el escenario “sin proyecto”. En el escenario futuro “sin proyecto”, el Proyecto no se construiría, pero la duna existente brindaría cierto nivel de protección contra daños a materiales durante eventos de tormenta. Los intervalos de tormentas analizados como parte del BCA incluyen eventos de tormentas de 10 años, 25 años, 50 y 100 años, sus niveles de inundación previstos y oleaje tanto para la corriente como para el SLR proyectado de 21 pulgadas.

Dentro del BCA, los daños evitados de las tormentas se calcularon utilizando el marco de daños anuales esperados (Expected Annual Damages, EAD). El marco de EAD toma una suma promedio ponderada de varias tormentas (de magnitudes diferentes y ocurrencias de probabilidades anuales) y representa estos valores como una cifra anual de daños evitados dentro de la **Declaración de Recursos del Proyecto** aplicada para calcular la BCR.

Los resultados del análisis FUNWAVE del diseño del 100 por ciento del Proyecto realizado por Arcadis fueron utilizados para estimar los beneficios del Proyecto con base en una reducción de la energía del oleaje (Memo a la GOSR de SCAPE y Arcadis, 11/25/2020). Los resultados del análisis FUNWAVE incluyeron datos de mapas y sistemas de información geográfica (geographic information systems, GIS) que mostraron las diferentes alturas de las oleas con y sin el Proyecto a lo largo de la ribera y las áreas costeras de Tottenville.

El proyecto atenúa la energía del oleaje y reduce las alturas del oleaje entrante hasta un evento de tormenta de 100 años. La duna existente, que se asume que es de 9 pies, ofrece protección contra eventos de tormenta frecuentes y pequeños. El proyecto aumenta los beneficios existentes de las dunas al reducir las alturas del oleaje entrante permitiendo así a la duna proteger más eficazmente contra tormentas más graves y retardar o prevenir la erosión de la duna misma. Además, el Proyecto mitiga los impactos de las olas en la ribera, lo que previene su erosión. El

análisis a sumió que la duna y la ribera se mantendrían en el escenario “sin proyecto”. Los costos de mantenimiento de duna y ribera evitados en el escenario “con proyecto” se tuvieron en cuenta para un beneficio de resistencia por separado del Proyecto.

MÉTODOS Y DATOS APLICADOS

Se utilizó un enfoque que utiliza GIS para cuantificar los beneficios. El enfoque utilizó capas ArcGIS y GIS para determinar las propiedades reales afectadas por tormentas. Los datos resultantes se utilizaron para cuantificar los daños evitados. El enfoque es similar a la metodología estandarizada de la FEMA para estimar las pérdidas potenciales. Si bien es compatible con los enfoques antes mencionados, el enfoque utilizado para este estudio proporciona una mayor especificidad en cuanto a los datos utilizados para cuantificar los daños. Los conjuntos de datos utilizados para este BCA se describen a continuación:

HUELLA DE EDIFICIOS DE LA CIUDAD DE NUEVA YORK

La Ciudad de Nueva York mantiene una capa de GIS que muestra la huella de los edificios existentes dentro de los límites de la ciudad. Esto fue utilizado para determinar la ubicación y la huella de los edificios dentro del área del estudio en relación con la elevación del suelo y la altura del oleaje que se muestra en los datos del modelo de altura del oleaje FUNWAVE. Fue actualizado con base en Google Street View y los datos de bienes raíces para tener en cuenta las demoliciones recientes y nuevas construcciones.

FUNCIONES DE DAÑO DE PROFUNDIDAD DEL ESTUDIO INTEGRAL DE LA COSTA ATLÁNTICA DEL NORTE DEL USACE

El Estudio Integral de la Costa Atlántica del Norte del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (United States Army Corps of Engineers, USACE) incluyó un Apéndice al Informe Resumido de Función de Daño de Profundidad Física. Los análisis anexados fueron el resultado de un taller que desarrolló relaciones de daño de profundidad solicitando opiniones de panelistas expertos que incluyen ingenieros costeros y estructurales, tasadores, restauradores y modeladores de catástrofes de la industria de seguros (NACCS, 2015). En los talleres, los panelistas utilizaron su experiencia y conocimiento experto sobre recientes tormentas para medir las relaciones profundidad-daño. Las relaciones de profundidad-daño cuantificadas, denominadas funciones de daño de profundidad (DDF) se usan en estudios de implementación del USACE y ayudan a reducir la duración y los costos de los estudios. Las DDF cuantifican los daños físicos a las estructuras y contenidos de los edificios causados por diversas tormentas. Las DDF estipulan los daños como un porcentaje del valor de la propiedad, dependiendo de la profundidad de la inundación o la altura del oleaje. Las curvas estiman un valor de daño de estructura y contenido como un porcentaje del valor de reemplazo del edificio con base en la profundidad de la inundación o la altura del oleaje. Como supuestos simplificadores, las DDF no consideran los siguientes factores en el análisis de daños: edad de la construcción, uso del sótano, calidad de la construcción, códigos de ciudades, presencia de dunas o de malecones, diseño de vestíbulo, válvulas de retroceso y disposición de sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería.

MAPPLUTO DEL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE NUEVA YORK

El MapPLUTO del Departamento de Planificación Urbana de la Ciudad de Nueva York es una base de datos geográficos GIS que muestra la ubicación de cada propiedad y registra información detallada sobre el lote y los edificios que se encuentran en ella. Los datos de MapPLUTO se aplicaron a los edificios que se encuentran en cada lote e incluyen los pies cuadrados brutos del edificio, número de unidades y uso del edificio (residencial o comercial). Al igual que con las huellas de edificios, se usaron datos de Google Street View y sitios web de bienes raíces para actualizar y corregir cualquier error en los datos originales de MapPLUTO.

LIDAR

Se utilizó un Modelo de Elevación Digital Topobatómico (Digital Elevation Model, DEM) de la Ciudad de Nueva York con una resolución de 1 pie para determinar la elevación del suelo en el área de estudio. Este DEM se basó en un LIDAR realizado en 2017 y son los datos de elevación del suelo más recientes en Tottenville. Se utilizó para determinar la elevación del suelo de cada edificio en el BCA, así como también cualquier otra elevación del suelo necesaria, por ejemplo, la ubicación y altura de las dunas.

ANÁLISIS DE EDIFICIOS

Se creó una capa de GIS de Análisis de Edificios específicamente para este BCA, usando una mezcla de datos de la Capa de Huellas de Edificios de la Ciudad de Nueva York, MapPLUTO de la Ciudad de Nueva York, LIDAR de la Ciudad de Nueva York, Google Street View, y datos de bienes raíces en internet. Luego de extraer todos los datos espaciales y de tabla relevantes para cada edificio de los conjuntos de datos de la Ciudad de Nueva York, se actualizó la capa de Análisis de Edificios y se mejoró usando datos más recientes y detallados de Google Street View reciente, ortofotografías recientes, y datos de bienes raíces en internet. Esto le permitió corregir errores y datos faltantes de los conjuntos de datos de la Ciudad de Nueva York, así como también tener en cuenta edificios demolidos recientemente y nuevas construcción. Cabe destacar que todos los datos unidos en la capa de Análisis de Edificios se utilizaron para determinar el tipo de propiedad residencial y la elevación del primer piso, cantidad de unidades y tipo de sótano (terminado o sin terminar), que eran esenciales para el BCA.

ANÁLISIS FUNWAVE DEL 100 POR CIENTO DEL DISEÑO REALIZADO POR ARCADIS

El análisis FUNWAVE realizado por Arcadis fue completado en noviembre de 2020 y muestra los niveles de aguas pluviales de 100 años y las alturas del oleaje para la tormenta de 100 años a lo largo de las áreas costeras de Tottenville en las condiciones existentes y con 21 pulgadas de SLR con y sin el Proyecto (Memo a la GOSR de SCAPE y ARCADIS, 25/11/2020). Estas capas de cuadrícula GIS se usaron junto con la capa de Análisis de Edificios para determinar el área del estudio del BCA y los impactos y la atenuación del oleaje en cada edificio en el área de estudio (**Figura 3-1** y **Apéndice B**).

Figura 3-1: Edificios afectados



FUENTE: ANÁLISIS DE WSP CON BASE EN EDIFICIOS DE LA CIUDAD DE NUEVA YORK, MAPPLUTO, LIDAR DE LA CIUDAD DE NUEVA YORK DE 2017, GOOGLE STREET VIEW, DATOS DE BIENES RAÍCES, Y ANÁLISIS FUNWAVE DE ARCADIS

METODOLOGÍA

TORMENTAS E IMPACTOS DEL OLEAJE

El BCA ha cuantificado daños a las estructuras y contenidos de las propiedades mitigadas por el proyecto. Como se indicó anteriormente, se cuantificaron los daños mitigados de los eventos de tormentas de 10, 25, 50 y 100 años y sus impactos de inundaciones y oleaje relacionados en los escenarios actuales y proyectados de SLR de 21 pulgadas. Los niveles de agua y las alturas del oleaje a sumidas para cada evento se muestran en la **Tabla 3-2**.

Tabla 3-2: Elevación de aguas tranquilas y altura del oleaje para tormentas

PERÍODO DE RETORNO	PROBABILIDAD ANUAL	“HOY”		CON AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR DE 21 PULGADAS	
		Elevación de aguas tranquilas (pies, NAVD88)	Altura significativa del oleaje (pies)	Elevación de aguas tranquilas (pies, NAVD88)	Altura significativa del oleaje (pies)
10 años	10%	8.1	3.9	9.8	3.9
25 años	4%	9.3	4.3	11.0	4.3
50 años	2%	11.3	4.9	13.0	4.9
100 años	1%	12.9	5.3	14.6	5.3

Se utilizaron las funciones de daño de profundidad especificadas en el Estudio Integral de la Costa Atlántica del Norte (North Atlantic Coast Comprehensive Study, NACCS) de la USACE. Se utilizaron funciones de daño de profundidad por separado para los daños por oleaje a propiedades residenciales y comerciales. Para propiedades residenciales, el análisis usó las funciones de daños de profundidad para seis tipos de propiedad residencial: de un solo piso sin sótano; de un solo piso con sótano; de varios pisos sin sótano; de varios pisos con sótano; elevada abierta; y elevada cerrada. Para propiedades comerciales, el análisis usó la función de daños para dos tipos de propiedad: propiedades comerciales con diseño de ingeniería y sin diseño de ingeniería. Se utilizaron los valores de la función de daño de profundidad para el escenario “más probable”. **Las tablas 3-3 a 3-6** ilustran estas funciones de daño de profundidad para estructuras y contenidos residenciales y comerciales. Para cada edificio, se aplicaron las funciones de daño de profundidad a la cresta del oleaje relativo a la elevación del primer piso del edificio para estimar los daños a la estructura y los contenidos del edificio en los escenarios “con proyecto” y “sin proyecto”.

Tabla 3-3: Daños estructurales a edificios residenciales, funciones de daño de profundidad por tipo de edificio

CRESTA DEL OLEAJE	UN SOLO PISO SIN SÓTANO	DOS PISOS SIN SÓTANO	UN SOLO PISO CON SÓTANO	VARIOS PISOS CON SÓTANO	CIMENTACIÓN SOBRE PILOTES ABIERTA	CIMENTACIÓN SOBRE PILOTES CERRADA
-5	0%	0%	0%	0%	0%	6%
-3	0%	0%	0%	0%	4%	14%
-2	0%	0%	4%	2%	0%	0%
-1	3%	10%	10%	10%	10%	40%
0	5%	20%	20%	20%	50%	60%
1	35%	36%	35%	35%	70%	85%
2	60%	50%	60%	60%	100%	100%

3	90%	86%	88%	80%	100%	100%
5	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: USACE (2015)

Tabla 3-4: Daños de contenidos a edificios residenciales, funciones de daño de profundidad por tipo de edificio

CRESTA DEL OLEAJE	UN SOLO PISO SIN SÓTANO	DOS PISOS SIN SÓTANO	UN SOLO PISO CON SÓTANO	VARIOS PISOS CON SÓTANO	CIMENTACIÓN SOBRE PILOTES ABIERTA	CIMENTACIÓN SOBRE PILOTES CERRADA
-5	0%	0%	0%	0%	5%	5%
-3	0%	0%	0%	0%	5%	10%
-2	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-1	0%	5%	15%	12%	20%	40%
0	10%	20%	35%	35%	50%	50%
1	30%	35%	50%	55%	75%	75%
2	60%	45%	80%	75%	100%	100%
3	100%	94%	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: USACE (2015)

Tabla 3-5: Daños estructurales a edificios comerciales, funciones de daño de profundidad por tipo de edificio

CRESTA DEL OLEAJE	COMERCIAL CON DISEÑO DE INGENIERÍA	COMERCIAL SIN DISEÑO DE INGENIERÍA
-1	0%	0%
0	0%	0%
1	9%	12.5%
2	20%	30%
3	33%	49%
5	55%	75%
7	65%	100%
10	82%	100%

Fuente: USACE (2015)

Tabla 3-6: Daños de contenidos a edificios comerciales, funciones de daño de profundidad por tipo de edificio

CRESTA DEL OLEAJE	COMERCIAL CON DISEÑO DE INGENIERÍA	COMERCIAL SIN DISEÑO DE INGENIERÍA
-1	0%	0%
0	0%	2.50%
1	18%	20%
2	30%	40%
3	41%	60%
5	75%	95%
7	95%	100%
10	95%	100%

Fuente: USACE (2015)

Los daños mitigados para el Proyecto se cuantificaron como la diferencia entre los daños en los escenarios futuro “sin proyecto” y futuro “con proyecto”. Para el Proyecto Rompeolas Viviente, se utilizó el escenario de reducción de oleaje modelado con el modelo FUNWAVE con base en el 100 por ciento del diseño para estimar el efecto del rompeolas Viviente y la duna sobre la altura del oleaje durante una tormenta de 100 años. Se suponía que las dunas existentes tenían una elevación de cresta de 9 pies NAVD88 que era la elevación promedio a lo largo de la alineación de las dunas. Las dunas, que son parte tanto del escenario “con proyecto” como del escenario “sin proyecto”, también proporcionan una reducción del oleaje ya que podemos asumir que la altura máxima de una ola se reduce al 78% de la profundidad del agua sobre cualquier característica basada en la Guía para Análisis y Elaboración de Mapas de Riesgos de Inundación de la FEMA (FEMA 2005).

RESULTADOS

Los daños mitigados para cada evento descrito anteriormente se muestran en la **Tabla 3-7**. Los daños mitigados se incurrirían para eventos de tormenta de 100 años y de 50 años y con un SLR de 21 pulgadas. Para el evento de tormenta de 50 años sin SLR, la duna protegería contra la mayoría de las olas, pero igualmente ocurriría algo de daño a las propiedades cerca de la costa en el escenario “sin proyecto”. Para todos los demás eventos de tormenta, la duna existente brindaría una atenuación de oleaje suficiente para prevenir daños por oleaje a los edificios, y no habría diferencia en los daños en los escenarios “con proyecto” y “sin proyecto”.

Si el rompeolas, la duna podría perderse debido a la erosión y daños por oleaje. Sin embargo, a los fines del BCA, se asume que la duna se mantendrá en buenas condiciones. Los costos evitados de este mantenimiento conforme al escenario “con proyecto” se incluyeron como un beneficio por separado, del que hablamos en la sección que sigue sobre costos reconstrucción de duna/erosión de la costa.

A medida que aumenta la gravedad de las tormentas, el daño mitigado aumenta debido a la extensión geográfica evitada y a la profundidad evitada de las inundaciones y del oleaje. Esto se debe a que, a medida que la extensión geográfica y la profundidad de la inundación de las propiedades aumentan con la gravedad de la profundidad de la tormenta, más propiedades se ven afectadas y cada propiedad se ve más afectada por tormentas de alta gravedad. Por lo tanto, la mitigación de las tormentas de mayor gravedad causaría la mitigación de un número mayor de propiedades y de la extensión de los daños para cada propiedad.

Tabla 3-7: Daños a estructuras y contenidos evitados

	DAÑOS EVITADOS POR EVENTO	DAÑOS ANUALES ESPERADOS (EXPECTED ANNUAL DAMAGES, EAD) EVITADOS
Tormenta de 100 años – hoy		
Daños a estructuras evitados	\$6,358,106	\$63,581
Daños a contenidos evitados	\$4,527,085	\$45,271
Daños totales evitados a la propiedad	\$10,885,191	\$108,852
Tormenta de 100 años – Con SLR		
Daños a estructuras evitados	\$7,046,047	\$70,460
Daños a contenidos evitados	\$4,513,973	\$45,140
Daños totales evitados a la propiedad	\$11,560,020	\$115,600
Tormenta de 50 años – hoy		
Daños a estructuras evitados	\$4,339,594	\$86,792
Daños a contenidos evitados	\$2,709,763	\$54,195
Daños totales evitados a la propiedad	\$7,049,357	\$140,987
Tormenta de 50 años – Con SLR		
Daños a estructuras evitados	\$8,522,629	\$170,453
Daños a contenidos evitados	\$5,786,368	\$115,727

Daños totales evitados a la propiedad	\$14,308,997	\$286,180
---------------------------------------	--------------	-----------

Los EAD convierten el total de daños mitigados (mitigated damages, MD) por tormenta en el equivalente de probabilidad anual. Los EAD se calcularon para hoy y para 21 pulgadas de SLR. Para años intermedios, los EAD se estimaron usando interpolación lineal.

La suma total por año (t) para los daños de EAD_t sería igual a la siguiente combinación de daños ajustados por riesgo ([MD] x [1/Período de retorno]) mostrados en la **Ecuación 1**.

$$EAD_t = \sum ([MD_t \times 1\%] + [MD_t \times 2\%]) \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de los daños a edificios y contenidos evitados durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$3.4 millones.

COSTOS DE DESPLAZAMIENTO EVITADOS

Durante las tormentas, los inquilinos tanto de las propiedades residenciales como de las comerciales se ven obligados a evacuar sus hogares y negocios. Los costos de desplazamiento consisten en los daños asociados con esta evacuación forzada. El costo de desplazamiento consiste en “un costo de interrupción único junto con un costo de alquiler mensual recurrente por la duración del desplazamiento” (FEMA, 2011).

METODOLOGÍA

El BCA cuantificó los costos de desplazamiento que serían mitigados por el proyecto. Se cuantificaron los daños mitigados por cada tormenta descrita en la sección anterior de Estructura y contenido de la propiedad. Para esta tarea se aplicó la metodología de BCA de la FEMA para cuantificar los costos de desplazamiento. Como se describió anteriormente, los costos de desplazamiento representan la suma de un costo de interrupción único y un costo de desplazamiento recurrente por la duración del desplazamiento. Esta relación se muestra en la **Ecuación 2** a continuación.

$$\begin{aligned} \text{Displacement Cost} = & (\text{Disruption Cost} * \text{Floor Area}) \\ & + (\text{Rental Cost} * \text{Floor Area} * \text{Duration of Displacement}) \end{aligned} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Con base en la metodología de la FEMA, se asume que los costos de desplazamiento son proporcionales al costo de alquiler del edificio. Tanto los costos de alquiler como los de interrupción se calcularon como un valor por pie cuadrado dependiendo del tipo de ocupación: residencial unifamiliar, residencial multifamiliar o comercial. Estos valores por pie cuadrado se obtuvieron del documento de reingeniería del análisis de costos y beneficios de la FEMA, y se muestran en la **Tabla 3-8** (FEMA, 2011). Los valores fueron ajustados a dólares de 2020 usando el Índice de Precios al Consumidor (Consumer Price Index, CPI) para Nueva York-Newark-Jersey City de la Oficina de Estadísticas Laborales (Bureau of Labor Statistics, BLS). Se asume que la duración del desplazamiento depende tanto del tipo de ocupación como de la profundidad de la inundación, y se muestra en la **Tabla 3-9**. La duración del desplazamiento aumenta considerablemente cuando la estructura supera el umbral de demolición del 50 por ciento de daños, sobre todo para edificios ubicados dentro de la llanura aluvial de 100 años.

Tabla 3-8: Costos de alquiler y costos de interrupción por tipo de ocupación

TIPO DE OCUPACIÓN	COSTO DE ALQUILER (2008, \$/FT2/MES)	COSTOS DE INTERRUPCIÓN (2008, \$/FT2)	COSTO DE ALQUILER (2020, \$/FT2/MES)	COSTOS DE INTERRUPCIÓN (2020, \$/FT2)
Unifamiliar	0.73	0.88	0.88	1.06
Multifamiliar	0.65	0.88	0.78	1.06
Comercio minorista	1.25	1.16	1.50	1.40

Escuela	1.09	1.01	1.31	1.22
---------	------	------	------	------

Fuente: FEMA (2012)

Tabla 3-9: Duración del desplazamiento por tipo de ocupación y profundidad de inundación

TIPO DE OCUPACIÓN	DESPLAZAMIENTO PARA 0' - 4'	DESPLAZAMIENTO PARA 4' - 8'	DESPLAZAMIENTO PARA MÁS DE 8' (DENTRO DE LA LLANURA ALUVIAL)	DESPLAZAMIENTO PARA MÁS DE 8' (FUERA DE LA LLANURA ALUVIAL)
Unifamiliar	12	15	24	18
Multifamiliar	14	15	18	24
Comercio minorista	14	15	18	24

Fuente: FEMA (2012)

El desplazamiento evitado se estimó con base en las estructuras que experimentarían menos daños en el escenario “con proyecto” que en el escenario “sin proyecto”. La superficie de suelo en pies cuadrados de cada edificio beneficiado se obtuvo de los datos de MapPLUTO del Departamento de Planificación Urbana de la Ciudad de Nueva York. Los datos también contenían información sobre el uso de la tierra que se utilizó para determinar el tipo de ocupación de cada edificio. La metodología descrita anteriormente en la sección Estructura y contenido de la propiedad se utilizó para determinar los niveles de agua en cada propiedad en cada escenario de tormenta.

RESULTADOS

Los daños evitados para cada evento de tormenta que se muestra en la **Tabla 3-10** son la diferencia entre los daños en el escenario “con proyecto” y en el escenario “sin proyecto”. La tabla muestra los costos de desplazamiento evitados en caso de un evento de tormenta de 50 años y de 100 años y los Daños Anuales Esperados correspondientes. Al igual que los daños mitigados a la estructura y contenidos de la propiedad, los costos de desplazamiento mitigados se incurrieron solo para tormentas de 50 años y 100 años con un. En estas tormentas, el proyecto proporcionó reducciones a la energía del oleaje que causaron una reducción cuantificable en los daños a edificios y el tiempo de desplazamiento y de interrupción asociado.

Tabla 3-10: Costos de desplazamiento evitados

	DAÑOS EVITADOS POR EVENTO	DAÑOS ANUALES ESPERADOS (EXPECTED ANNUAL DAMAGES, EAD) EVITADOS
Tormenta de 100 años – hoy	\$887,668	\$8,877
Tormenta de 100 años – Con SLR	\$583,318	\$5,833
Tormenta de 50 años – hoy	\$622,327	\$12,447
Tormenta de 50 años – Con SLR	\$973,861	\$19,477

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del costo de desplazamiento evitado durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$0.3 millones.

MORTALIDAD Y LESIONES EVITADAS

Se desarrollaron estimaciones de mortalidad asumiendo que los impactos serían comparables a los de un evento tipo Supertormenta Sandy. El expediente histórico se examinó y se reportaron dos muertes individuales para la sección de Tottenville de Staten Island (Annese, 2012). Estas muertes de Sandy se relacionaron con individuos que fueron arrastrados por la tormenta debido al daño producto del oleaje a las estructuras que ocuparon. Las muertes por ahogamiento pueden estar causadas por la alta velocidad del agua en movimiento que desestabiliza, potenciada por

la acción del oleaje. Además, pueden presentarse lesiones como la caceraciones mientras las víctimas de la tormenta son empujadas contra objetos punzantes por el agua en movimiento potenciada por el oleaje. Por lo tanto, el BCA incluye probables beneficios de mortalidades evitadas y lesiones asociadas, que se atribuirían a las propiedades de atenuación del oleaje del proyecto de Rompeolas Viviente. El cálculo de los EAD aplicado para este BCA en el horizonte de evaluación del proyecto de 50 años se basa en el evento de probabilidad anual de 1%. El cálculo del factor de ajuste adapta la estimación monetaria total del valor de vidas estadísticas (Value of Statistical Lives, VSL) para dos muertes esperadas en un factor del 1% (período de retorno recíproco: 1/100) cada año durante el período de proyección. El factor del 1% también se aplica a las lesiones estimadas proyectadas.

El análisis de la población en riesgo se basó en el registro histórico y la población base para el número de hogares ubicados dentro de la zona de riesgo de la FEMA para el área del proyecto de Tottenville, Staten Island. Las tasas de crecimiento de la población aplicadas a la población base en riesgo en las proyecciones se obtuvieron de las proyecciones de población del Consejo Metropolitano de Transporte de Nueva York (New York Metropolitan Transportation Council, NYMTC) para la zona de análisis de tráfico (Traffic Analysis Zone, TAZ) 2206.

La tasa de mortalidad se calculó como el número de muertes notificadas dividido por la población estimada en riesgo. Esta tasa de mortalidad se aplicó a la población proyectada en riesgo durante el horizonte temporal del período de proyección.

La tasa de lesiones se obtuvo de un informe de los Centros de Control de Enfermedades (Centers for Disease Control, CDC) publicado después de la supertormenta Sandy. Este estudio titulado Lesiones no fatales una semana después del huracán Sandy: área metropolitana de la Ciudad de Nueva York (Nonfatal Injuries 1 Week after Hurricane Sandy — New York City Metropolitan Area) de octubre de 2012 examinó las lesiones reportadas una semana después de Sandy por área (CDC, 2014). El estudio encontró que, de la población en riesgo, el 10.4% sufrió una lesión en la primera semana después de Sandy (CDC, 2014).

La tasa de lesiones se aplicó a la población proyectada en riesgo durante el período de evaluación del proyecto para calcular el número esperado de lesiones no mortales ajustado por el número de lesiones múltiples sufridas por el 70% de la población afectada en riesgo. Según la Tabla 2 del Estudio de los CDC, la gravedad de las lesiones reportadas fueron en su mayoría cortes en los brazos, piernas y manos, y distensiones de espalda, piernas y pies. Se hicieron referencias cruzadas de estos tipos de lesiones a la Escala Abreviada de Lesiones (Abbreviated Injury Scale, AIS) más probable sugerida para el uso por la Guía del HUD para el Análisis de Costos y Beneficios (HUD CDP 16-06). Las lesiones estimadas correspondieron a AIS 1.

Para estimar el costo monetario evitado de muertes y lesiones proyectadas se aplicó la fuente de la Guía del HUD Tabla 2-2: Factores de pérdida relativa por nivel de gravedad de las lesiones, (para uso con tasas de descuento del 3% o 7%) (HUD CPD-16-06). El número acumulado de muertes y lesiones se valoró aplicando los valores del dólar en 2020 a estas estimaciones de lesiones por año.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de la mortalidad y las lesiones evitadas durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$3.2 millones.

COSTOS DE SALUD MENTAL EVITADOS

Después de la supertormenta Sandy, los investigadores cuantificaron la incidencia de casos de depresión, ansiedad y Trastorno de Estrés Postraumático (Post Traumatic Stress Disorder, PTSD) en las poblaciones afectadas en la región metropolitana de Nueva York. En un estudio titulado, *El impacto del huracán Sandy en la salud mental de los residentes del área de Nueva York (The Impact of Hurricane Sandy on the Mental Health of New York Area Residents)*, Schwartz et al. (2015) aplicaron modelos de regresión logística multivariable para examinar las relaciones entre la exposición a la supertormenta Sandy y la depresión, la ansiedad y el TEPT. Se informó de casos de depresión probable en el 33.4% de los participantes, casos de ansiedad probable en el 46% y TEPT en el 21.1%. El aumento de la exposición a la supertormenta Sandy se asoció con una mayor probabilidad de depresión incluso después de controlar factores demográficos que se sabe que aumentan la susceptibilidad a problemas de salud mental (Schwartz et al., 2015).

Para cuantificar el costo monetario evitado de tratamiento de salud mental por depresión y ansiedad, este BCA usa la misma metodología que el BCA de 2017. El BCA aplica los resultados de la tasa de incidencia para TEPT del 21 por ciento a la estimación de la población expuesta en caso de un evento de tormenta de 100 años. A partir de este subconjunto afectado por la depresión de los residentes del área, el BCA luego aplicó el costo total actualizado de tratamiento por persona para la atención de salud mental que es utilizado por la FEMA (FEMA, 2012), ajustado a

dólares de 2020 usando el BLS CPI para la región de NY-NJ. Luego, este valor del costo de tratamiento de salud mental se ajustó para las posibilidades anuales esperadas de las tormentas modeladas en las estimaciones de daños a la propiedad evitados.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del costo de tratamiento de salud mental evitado durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$0.6 millones.

COSTOS EVITADOS POR PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD

Al igual que el BCA de 2017, este BCA aplicó la metodología establecida por la FEMA para calcular los costos de productividad perdida evitados para la cohorte que probablemente experimentaría problemas de salud mental, ansiedad y depresión calculada anteriormente. La FEMA también publicó pérdidas de productividad por trabajador por día en su guía suplementaria (FEMA, 2012). Los valores de productividad se convirtieron a dólares de 2020 con base en el CPI para la región de Nueva York -Newark -Jersey City de la Oficina de Estadísticas Laborales. Para calcular el número de asalariados que probablemente serían improductivos debido a problemas de salud mental, se aplicó la tasa de participación en la fuerza laboral del 62.7% de la Encuesta de Comunidad Estadounidense de 2015-2019 a la población expuesta. Luego, este valor de estimación de costo evitado de productividad perdida se ajustó (anualizó) para las probabilidades anuales esperadas de tormentas modeladas en las estimaciones de daños evitados a propiedades.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del costo de productividad perdida evitado durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$1.3 millones.

COSTOS EVITADOS DE RECONSTRUCCIÓN POR EROSIÓN DE LA COSTA O LA DUNA

Los beneficios de la erosión de la costa se basaron en el costo de restaurar y reemplazar las yardas cúbicas de la costa que se habrían perdido anualmente durante el período de evaluación de 50 años en el escenario “sin proyecto”. Esta medida es una forma de estimar el valor económico de la tierra perdida que se produciría en ausencia del proyecto sin ninguna intervención que detenga la erosión. El proyecto Rompeolas Viviente evitaría estos costos de mantenimiento y restauración con el tiempo. Debido al creciente interés en los proyectos de restauración y relleno de playas en el área de Nueva York y Nueva Jersey, el equilibrio del mercado de oferta y demanda de materiales de relleno ha ocasionado precios más altos (SCAPE Apéndice D, 2016). Desde esta perspectiva, el proyecto ofrece beneficios económicos sustanciales, ya que los costos iniciales de inversión darían lugar a ahorros sustanciales de costos de mantenimiento periódico durante el período de evaluación de 50 años.

La estimación de costos evitados se basa en el volumen (yardas cúbicas) de materiales que serían reemplazados en varios intervalos a lo largo del tiempo. En el escenario “sin proyecto”, los resultados del modelado han indicado que el cambio proyectado de la costa con la erosión ascendería a 12,940 yardas cúbicas por año durante el horizonte de planificación de 50 años. El volumen total evitado de colocación de arena del proyecto se estimó en 647,000 yardas cúbicas. El costo por yarda cúbica (\$123/yd³ en dólares de 2020) se obtuvo del análisis de la opinión de costo probable del 100 por ciento del diseño y refleja las condiciones actuales del mercado local como se describió anteriormente. El equipo de diseño caracterizó este proceso con base en un análisis con el modelo de cambio de la ribera GENESIS, calibrado a tasas de erosión históricas que ocurrieron durante el período que abarca 1978-2012 (**Figura 3-2**). Sin el Proyecto, se espera que esta erosión ocurra en toda la costa afectada por el proyecto dentro de un rango de 5000 a -6,000 pies lineales (Arcadis, 9 de diciembre de 2016).

Además, la zona del proyecto es susceptible a las condiciones costeras oceánicas de Staten Island en circunstancias de tormenta/erosión, debido al efecto regional de embudo/oleaje que la hace comparable a los ambientes oceánicos en términos de erosión inducida por tormentas. El vértice del ancón de Nueva York siempre experimenta niveles de oleaje a normalmente altos atribuibles al ángulo recto conformado por las costas de Long Island y Nueva Jersey que aumenta significativamente los niveles de oleaje de marea de tempestad dondequiera que un huracán ha llegado a tierra en el vértice del ancón de Nueva York (Coch 2015).

Las estimaciones de los costos de restauración de la costa evitados y de las intervenciones de los proyectos de relleno se apoyan en una revisión de los estudios de casos examinados con el propósito de evaluar los volúmenes históricos reales de materiales de relleno que se movilizarían (por proyecto) para la protección de la costa. Estos estudios de caso se revisaron para obtener una idea del volumen de materiales asociado con proyectos reales en la zona costera de Nueva York por pie lineal de proyecto de protección de la costa. Se dispuso de ubicaciones de playa

seleccionadas para la costa de Nueva York y estas proporcionaron una indicación del volumen de materiales movilizados para estos proyectos (BND, 2016).

Figura 3-2: Dinámica ilustrativa de la costa – cambio histórico observado de la costa, 1978-primavera de 2012 (antes de Sandy)



Fuente: Informe de Modelado, SCAPE 2016



La **Figura 3-3** muestra una distribución bimodal de proyectos y los volúmenes medios de material por pie lineal (LF) de costa. Por lo menos 10 proyectos muestran volúmenes de llenado de entre 51 y 101 yardas cúbicas por LF de costas protegidas. También se preparó un diagrama de dispersión para las costas con una longitud cercana a la longitud del área de alineación del proyecto. La **Figura 3-4** muestra el diagrama de dispersión de LF de los proyectos de protección de la costa en comparación con las yardas cúbicas por LF de materiales movilizados. Los proyectos con longitudes de costa de entre 4,000 y 7,000 pies lineales se caracterizaron por cantidades de yd³/LF de entre 50 y 75 yd³/LF.

Figura 3-3: Distribución de frecuencias de los proyectos de protección de la costa de Nueva York

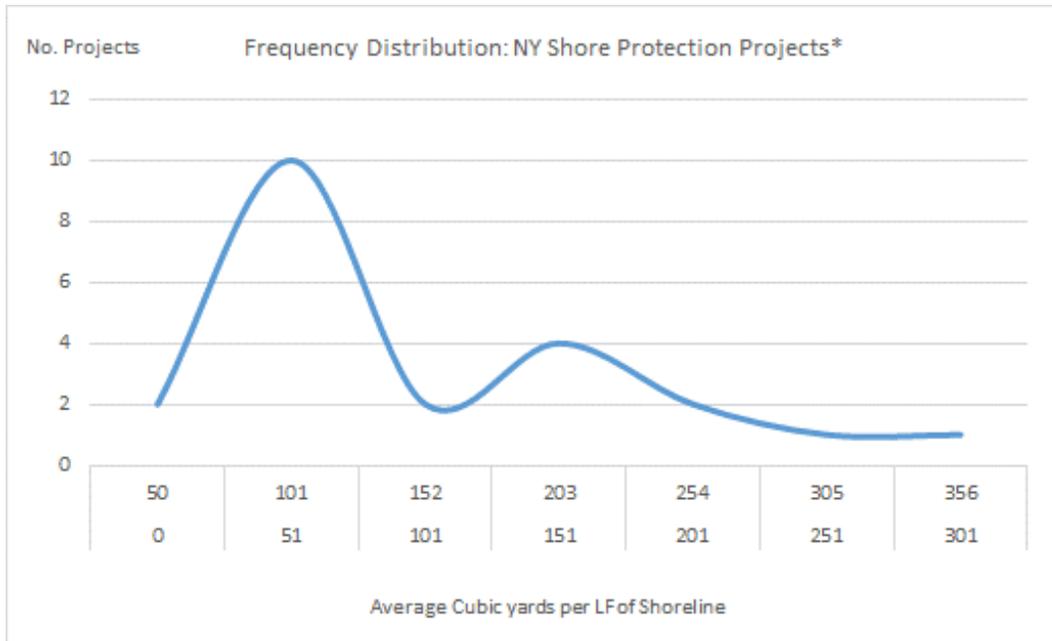
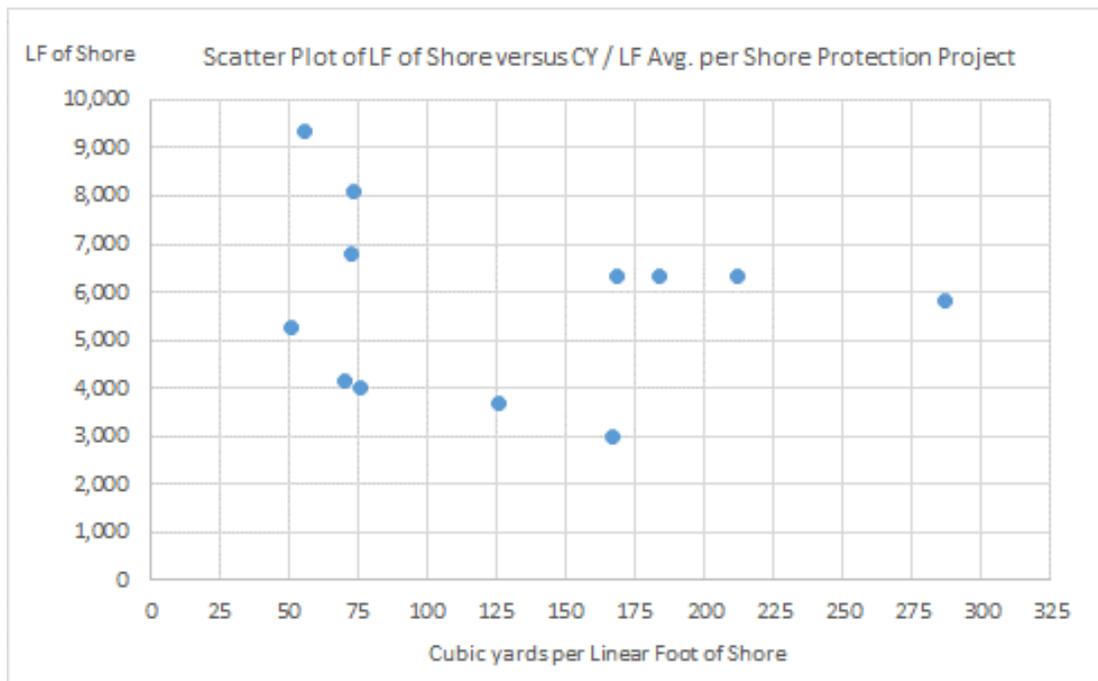


Figura 3-4: Yarda cúbica promedio por pie lineal de arena para proyectos de protección de la costa



Los datos anteriores se referenciaron para sustentar y simular el tamaño probable de los eventos de relleno de la costa (proyectos), dados los volúmenes totales estimados a partir del ejercicio de modelado.

La estimación de costos evitados se basó en el reemplazo del relleno a lo largo del área de erosión de la costa a intervalos periódicos (cada cuatro años) así como en la reconstrucción periódica de la duna sobre la base de una estimación de costos de reconstrucción de dunas proporcionada por el Departamento de Parques y Recreación de NYC (NYC Department of Parks & Recreation) (NYC Parks, 12 de diciembre de 2016). El BCA también simula un

costo de construcción de reemplazo total de la duna que ocurriría después de una tormenta de 50 o 100 años. Este último costo también se obtuvo del Departamento de Parques y Recreación de NYC y se ajustó al valor del dólar en 2020 a partir del costo original del dólar en 2013 usando el BLS CPI de la región (NYC Parks, 3 de enero de 2017). Además, el BCA también tiene en cuenta que el rompeolas reducirá los daños causados a las dunas por tormentas más pequeñas.

Se asumió que en el escenario “sin proyecto”, la erosión sostenida continuaría, acentuada por las tormentas (y sus impactos). A los efectos del BCA, se asumió que, sin el proyecto, esto requeriría esfuerzos de reconstrucción más frecuentes cada pocos años. El BCA aborda el valor de la tierra que se perdería “si no fuera por” el proyecto Rompeolas Viviente. El costo evitado del relleno de la costa y la reconstrucción de dunas aborda este valor con el tiempo, porque está vinculado a las tasas de erosión.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del costo de erosión de la costa y reconstrucción de duna evitado durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$47.5 millones.

COSTOS EVITADOS POR CIERRE DE VÍAS/INTERRUPCIONES DE VIAJES

La supertormenta Sandy causó importantes retrasos en los desplazamientos de los viajeros debido al cierre de vías, las malas condiciones de las vías y los daños ocasionados por los escombros transportados en las vías por el oleaje y los fuertes vientos (PlaNYC, 2013). Después de Sandy los viajeros que no tuvieron la opción de trabajar a distancia experimentaron mayores niveles de frustración y aumentos sustanciales en los tiempos de desplazamiento debido a la congestión del tráfico y los desvíos, con tiempos de desplazamiento que a veces abarcaban de dos a tres veces el tiempo de sus desplazamientos diarios normales antes de Sandy. Debido a que Staten Island está geográficamente separada de los principales centros de empleo de Manhattan los niveles de frustración (medidos por un índice de 10, siendo 10 los más altos) fueron relativamente altos (7 de 10). Para los residentes de Staten Island el promedio de tiempo de viaje antes de Sandy era de 84 minutos. El promedio de tiempo de viaje después de Sandy (1-2 de noviembre) fue de 240 minutos (Kaufman et al., 2012).

El BCA aplica la metodología de la FEMA para valorar el costo evitado de los cierres de vías con base en el valor del tiempo. Este método reconoce que las personas que experimentan un aumento en el tiempo de viaje debido a cierres de puentes o de vías asignan un valor económico al tiempo perdido en el que han incurrido (FEMA, 2011).

Para estimar los retrasos evitados en el tiempo de viaje asociados con los cierres de vías y las interrupciones evitadas, la población en edad laboral se estimó a partir de la población de la zona de análisis de tráfico (TAZ 2206) de la comunidad costera de Tottenville con base en la tasa de participación en la fuerza laboral. Se asumió que se produciría un retraso promedio de dos horas en un período de dos semanas para este grupo de viajeros estimados. El valor guía de la FEMA para 2011 fue convertido a dólares de 2020 usando el BLS CPI de la región. El valor resultante de la interrupción del tiempo de viaje se convirtió a una cantidad de EAD. La cantidad de EAD se basó en el factor de probabilidad de tormenta anual de 1% para la tormenta de 100 años según los supuestos del proyecto indicados en la **Tabla 3-2**.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del costo de cierre de vías e interrupción de viajes evitado durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$0.3 millones.

COSTO EVITADO POR CORTES DE ELECTRICIDAD

Los cortes de energía causaron interrupciones considerables después de Sandy. Se calcula que 120,000 clientes se quedaron sin electricidad en Staten Island y reparar los daños a la red de energía eléctrica superficial tomó a aproximadamente dos semanas (PlaNYC, 2013).

Al igual que con el BCA de 2017, este BCA aplica el método de la FEMA para valorar interrupciones de energía bajo el evento de tormenta de diseño de 100 años (FEMA, 2011). La aplicación del método de la FEMA implicó estimar primero el tiempo de inactividad funcional (medido como los días de servicio perdido del sistema). Utilizando este enfoque se asumió una estimación de interrupción del servicio eléctrico de dos semanas para la comunidad de Tottenville bajo un evento de tormenta de 100 años. Esto corresponde a los impactos probables de un evento de tormenta de 100 años. La población de la zona de análisis de tráfico (TAZ 2206) aplicable al área de estudio se utilizó como un representante del número de personas atendidas por la compañía de energía eléctrica. Luego se calcularon los impactos económicos de la pérdida del servicio de energía eléctrica utilizando los impactos económicos per cápita y la población afectada. La FEMA ha desarrollado valores per cápita para calcular los

impactos económicos, y estos valores se actualizaron hasta 2020 usando el CPI de Nueva York-Newark-Jersey City. La **Tabla 3-11** muestra el valor aplicado en el BCA.

Tabla 3-11: Impactos económicos de la pérdida de energía eléctrica (per cápita por día)

CATEGORÍA	IMPACTO ECONÓMICO (DÓLARES DE 2010)	IMPACTO ECONÓMICO (DÓLARES DE 2020)
Impacto en la actividad económica	\$106	\$124
Impacto en los clientes residenciales	\$25	\$29
Impacto económico total	\$131	\$154

Fuente: FEMA(2011)

El costo anual evitado resultante de la pérdida de energía se convirtió a una cantidad de EAD basada en el factor de probabilidad de tormenta anual de 1% para la tormenta de 100 años.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del costo de pérdida de energía eléctrica evitado durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$1.2 millones.

DAÑOS A VEHÍCULOS EVITADOS

La inundación dañaría los vehículos de motor, incluidos los automóviles, los camiones pequeños y los camiones de uso pesado. Los daños ocasionados a los vehículos dependen del tipo de vehículo. Los automóviles, que están más cerca del suelo que los camiones pequeños o los camiones de uso pesado, son más susceptibles a los daños causados por el agua que los vehículos más grandes. Los vehículos estacionados en las residencias están en riesgo. Sin embargo, a diferencia de otros activos, los vehículos de motor se podrían mover lejos de zonas potenciales de inundación, y evitar así posibles daños producto de inundaciones.

El número de vehículos en riesgo fue estimado con base en el número promedio de vehículos por unidad de vivienda en Tottenville, que es 1.78 según la Encuesta de Comunidad Estadounidense 2015-2019. Con base en el Memorandum de Orientación Económica 09-04 de USACE (USACE 2019), asumimos que el 49.5 por ciento de los vehículos no se moverían por adelantado a la tormenta y estarían en riesgo de sufrir daños con una tormenta.

El número de vehículos que se beneficiarían del Proyecto son los vehículos que no se moverían y que sufrirían menos daños en el escenario “con proyecto” que en el escenario “sin proyecto”. Los daños se estimaron con base en la profundidad de la inundación en la residencia, según lo estimado durante el análisis de impacto, las funciones de daño de profundidad a vehículos informadas en el Memorandum de Orientación Económica 09-04 de USACE (USACE 2019), y un valor promedio estimado por vehículo. El valor promedio por vehículo se estimó como el 50 por ciento del precio de venta de un vehículo promedio en 2020 de \$40,107, que es \$20,053.

La **Tabla 3-12** muestra los daños evitados a vehículos para los eventos de tormenta de 50 y 100 años. Los daños basados en eventos mitigados se convirtieron a EAD en el análisis de costos y beneficios aplicando la ecuación 1 anteriormente presentada.

Tabla 3-12: Daños a vehículos evitados

	DAÑOS EVITADOS POR EVENTO	DAÑOS ANUALES ESPERADOS (EAD) EVITADOS
Tormenta de 100 años – hoy	\$205,409	\$2,054
Tormenta de 100 años – Con SLR	\$199,616	\$1,996
Tormenta de 50 años – hoy	\$157,689	\$3,154
Tormenta de 50 años – Con SLR	\$417,061	\$8,341

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del costo daños por pérdida de vehículos evitado durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$0.1 millones.

DAÑOS A PARQUES Y SERVICIOS PÚBLICOS EVITADOS

La Supertormenta Sandy causó daños extensos a los parques de Staten Island. Según el Departamento de Parques y Recreación de la Ciudad de Nueva York (NYC Department of Parks and Recreation) esto ascendió a \$3,892,046 en Conference House Park debido a daños por inundación y oleaje a edificios y estructuras del parque.

Los daños a servicios públicos a causa de inundación y oleaje pueden causar una interrupción adicional a las vidas de los residentes y un gasto considerable para el gobierno y los servicios públicos en costos de reparación por cables caídos, tuberías rotas y drenajes bloqueados. Los daños a los servicios públicos se estimaron con base en una determinación de la población posiblemente afectada que se vería protegida por el rompeolas y comparando eso con el tamaño de la población en el Distrito Comunitario 503 de 159,853, que tuvo costos conocidos de daños a los servicios públicos durante la Supertormenta Sandy de \$64,151,261 (Stantec, 2021). La población que se vería protegida se determinó hallando el número de unidades de vivienda protegidas (496) y multiplicándolo por el tamaño promedio de una vivienda (2.84) para determinar una población de 1,409. Por lo tanto, dados los daños a los servicios públicos por persona en el Distrito Comunitario 504 de \$401.31, los daños totales en caso de un evento tipo Sandy en el área protegida por el rompeolas sería de \$565,307.

El Rompeolas Viviente evitaría una porción de estos daños a parques y servicios públicos en caso de una tormenta de 100 años y de 50 años. El Rompeolas Viviente no brindaría beneficios adicionales para tormentas más pequeñas por encima de los brindados por las dunas. Los daños evitados se estimaron usando datos y suposiciones del BCA del Proyecto de la Costa de Tottenville (Stantec, 2021). Los daños totales y anuales evitados por el Rompeolas Viviente se presentan en la **Tabla 3-13**.

Tabla 3-13: Daños a parques y servicios públicos evitados

	INTERVALO DE RECURRENCIA	DAÑOS EVITADOS POR EVENTO	DAÑOS ANUALES ESPERADOS (EAD) EVITADOS
Parques	100	\$1,668,530	\$16,685
	50	\$1,044,436	\$20,889
Servicios públicos	100	\$242,349	\$2,423
	50	\$151,701	\$3,034
Total		\$3,107,015	\$43,032

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de los daños a parques y servicios públicos evitados durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$0.5 millones.

RETIRO DE ESCOMBROS EVITADO

El retiro de escombros es un costo considerable después de las tormentas, y se debe realizar rápidamente para despejar calles para que circulen vehículos de emergencia y para permitir que las personas regresen a sus residencias. Gran parte de los escombros generados por las tormentas se genera cuando la inundación y las olas rompen secciones y materiales de edificios y los esparcen por el área.

El origen de los escombros son los edificios dañados. Por lo tanto, la cantidad de escombros que se deberán retirar se puede calcular con base en la cantidad de daños que sufren los edificios en yardas cúbicas y cuánto se necesitaría para retirar el material con base en el cargo de vertido (para eliminación) en vertederos. USACE estima que, para cada casa con más de un 50 por ciento de daños, los costos de eliminación serían \$530 si no tiene un sótano y \$915 si tiene sótano (NACCS, 2015). Estos costos se podrían evitar con el rompeolas colocado, y se calcularon con base en los daños evitados a edificios, como se muestra en la **Tabla 3-14**.

Tabla 3-14: Retiro de escombros evitado

	DAÑOS EVITADOS POR EVENTO	DAÑOS ANUALES ESPERADOS (EAD) EVITADOS
Tormenta de 100 años – hoy	\$20,214	\$202
Tormenta de 100 años – Con SLR	\$19,030	\$190
Tormenta de 50 años – hoy	\$14,488	\$290
Tormenta de 50 años – Con SLR	\$31,158	\$623

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del costo de retiro de escombros evitado durante el período de evaluación de 50 años equivale a aproximadamente \$7,000.

REPARACIONES DE EMERGENCIA EVITADAS

Luego de tormentas fuertes, algunas viviendas requieren reparaciones inmediatas para garantizar que los residentes puedan quedarse en sus viviendas mientras esperan a que se completen reparaciones permanentes. Después de Sandy, el programa de Reparaciones Rápidas (Rapid Repairs) de la Ciudad de Nueva York fue un primer paso esencial para ayudar a los residentes a reconstruir sus comunidades (NYC, 2013). El programa restableció servicios esenciales de calefacción, electricidad y agua caliente a 11,773 edificios, de los cuales 140 se encontraban en Tottenville. En los días de más trabajo, el programa empleó a 2,300 obreros capacitados para que brindaran reparaciones a más de 200 viviendas en un solo día. El programa en toda la ciudad costó \$116.15 millones.

El Proyecto reducirá los daños causados por oleaje a los edificios en Tottenville y, por lo tanto, reducirá la necesidad de reparaciones de emergencia en caso de tormentas fuertes. Los costos de reparaciones de emergencia a edificios estimados están basados en los daños a edificios evitados para las tormentas de 50 años y de 100 años (**Tabla 3-15**).

Tabla 3-15: Reparaciones de emergencia evitadas

	DAÑOS EVITADOS POR EVENTO	DAÑOS ANUALES ESPERADOS (EAD) EVITADOS
Tormenta de 100 años – hoy	\$77,736	\$777
Tormenta de 100 años – Con SLR	\$86,147	\$861
Tormenta de 50 años – hoy	\$35,778	\$716
Tormenta de 50 años – Con SLR	\$104,200	\$2,084

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual del costo de reparaciones de emergencia evitado durante el período de evaluación de 50 años equivale a aproximadamente \$22,000.

3.2.2 VALOR AMBIENTAL

El valor ambiental del proyecto se estimó mediante la evaluación del suministro de servicios a los ecosistemas proporcionado por el proyecto y restando los efectos negativos del proyecto sobre los servicios a los ecosistemas. Los servicios a los ecosistemas para el proyecto se obtuvieron de una combinación del área estimada del hábitat (en pies cuadrados / acres) y de los valores de hábitat por acre obtenidos de fuentes bibliográficas publicadas (Grabowski et al., 2012). El equipo de SCAPE proporcionó las estimaciones de los tamaños de hábitat en acres para el proyecto que se ganarían y se desplazarían, con base en la tormenta de 100 años y en 100 por ciento del diseño. La valoración de los servicios a los ecosistemas para el BCA se limitó al valor de los acres netos obtenidos por tipo de servicio ecológico. En esta sección, el uso del término “arrecife” está relacionado únicamente con la terminología utilizada en el material fuente para las valuaciones del servicio de ecosistema. Los rompeolas vivientes son arrecifes artificiales que brindan los mismos servicios de ecosistema que los arrecifes.

La **Tabla 3-16** a continuación muestra los tipos de servicios al ecosistema valorados y los valores originales por hectárea por año de Grabowski et al. (2012). Los valores de 2011 fueron convertidos a dólares de 2020 usando el CPI de la región del BLS.

No se abordaron los cambios en las áreas de hábitat intermareal y submareal relacionadas con las actividades de restauración de la costa, ya que el cambio neto en el área es insignificante, y por lo tanto un cambio en el valor del servicio al ecosistema no sería apreciable.

Tabla 3-16: Resumen de los valores bajos de los servicios al ecosistema

TIPO DE SERVICIO	MEDIDA	VALOR PROMEDIO/HECTÁREA/AÑO (2011)	VALOR PROMEDIO/ACRE/AÑO (2020)
Sostenibilidad del hábitat/arrecife de ostras	densidad (ind./m ²)	\$880	\$2,472
Aumento de la producción de peces y crustáceos-			
Comercial	\$4.12/10 m ² de área de arrecife	\$4,123	\$11,580
Calidad del agua			
Remoción de nitrógeno	246 micromoles/h ⁻¹ /m ⁻²² de arrecife por debajo del promedio de marea alta (MHW) ocupado por alimentadores de filtro	\$4,050	\$11,375
Mejora de vegetación subacuática (submersed aquatic vegetation, SAV)	1 ha arrecife = 0.0 05 ha SAV	\$1,292	\$3,629

Fuente: Grabowski et al. (2012)

GANANCIAS TOTALES BRUTAS POR EL SERVICIO ANUAL AL ECOSISTEMA (+)

Se evaluaron las ganancias anuales de los servicios a los ecosistemas para el sistema propuesto de rompeolas ecológicamente mejorado y la restauración de ostras utilizando los servicios de sostenibilidad del hábitat/arrecife, peces comerciales, calidad del agua, hábitat y recreación. Los valores monetarios se derivaron de Grabowski et al. (2012), Costanza et al. (2006) y Kaval y Loomis (2003). Los valores monetarios de la literatura se ajustaron a los valores de 2020 utilizando el CPI de la región de NY-NJ del BLS (Tabla 3-17).

Para el BCA de 2017, los pies cuadrados estimados de cada tipo de hábitat se derivaron de los cálculos proporcionados por el equipo de diseño en un memorando del 13 de diciembre de 2016 titulado *Cálculo de área superficial disponible y hábitat marino generado para el rompeolas viviente (Calculation of Available Surface Area and Marine Habitat Generated for Living Breakwaters)* (SCAPE, 13 de diciembre de 2016). Los cálculos actuales de esta actualización del BCA fueron desarrollados por SCAPE en febrero de 2020 con base en la metodología de un memorándum (SCAPE, 3 de octubre de 2017), que es una actualización de memos anteriores con fecha del 28 de noviembre de 2016 y 17 de julio de 2017. Los cálculos incluyen la cantidad de hábitat marino generado y desplazado por el Proyecto, teniendo en cuenta tanto las estructuras del rompeolas como el posible llenado de playa propuesto.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de las ganancias de servicios al ecosistema durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$10.7 millones.

Tabla 3-17: Resumen de los valores anuales de 2016 del servicio al ecosistema para el sistema de rompeolas/arrecife de ostras

TIPO DE SERVICIO	SUPERFICIE ACCESIBLE (ACRES)	ÁREA DE ARRECIFE PLANO (ACRES)	VALOR PROMEDIO / ACRE POR AÑO (EN DÓLARES DE 2020)	VALOR TOTAL POR AÑO (EN DÓLARES DE 2020)
Sostenibilidad del hábitat/arrecife de ostras	16.6		\$2,513	\$41,609
Peces y crustáceos				
Comercial	41.4		\$11,772	\$487,371
Calidad del agua				
Remoción de nitrógeno	33.1		\$11,564	\$382,994
Mejora de vegetación		9.7	\$3,629	\$35,020

TIPO DE SERVICIO	SUPERFICIE ACCESIBLE (ACRES)	ÁREA DE ARRECIFE PLANO (ACRES)	VALOR PROMEDIO / ACRE POR AÑO (EN DÓLARES DE 2020)	VALOR TOTAL POR AÑO (EN DÓLARES DE 2020)
subacuática (submersed aquatic vegetation, SAV)				
Hábitat				
Refugios	29.0		\$469	\$13,579
Total				\$945,696

Para explicar el retraso en el establecimiento del hábitat y los beneficios de los arrecifes, se aplicaron porcentajes (de un 100% de la prestación total anual de servicios al ecosistema) a servicios específicos durante los tres primeros años posteriores a la construcción. La **Tabla 3-18** indica los modificadores utilizados en este análisis. Los valores aplicados se basaron en referencias que informan sobre observaciones de supervisión de arrecifes y rompeolas construidos.

Tabla 3-18: Modificadores de valor ampliado/retraso temporal del hábitat del ecosistema

ROMPEOLAS/ARRECIFE DE OSTRAS	MODIFICADORES DE VALOR AMPLIADO / RETRASO TEMPORAL			
	Tipo de servicio	Año 1	Año 2	Año 3
Sostenibilidad del hábitat / arrecife de ostras		0.50	0.75	1.0
Peces y crustáceos				
Comercial		0.90	1.0	1.0
Calidad del agua				
Remoción de nitrógeno		0.50	0.75	1.0
Mejora de vegetación subacuática (submersed aquatic vegetation, SAV)		0.50	0.75	1.0
Hábitat				
Refugios		0.9	1 años	1 años

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de las ganancias brutas de servicios al ecosistema durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$10.7 millones.

TOTAL DE SERVICIOS ANUALES AL ECOSISTEMA DESPLAZADOS (-)

La construcción del rompeolas desplazaría a aproximadamente 9.7 acres del hábitat de fondo de grano pequeño y grande de la zona submareal. Para el fondo arenoso submareal, las áreas de servicios y los valores monetarios se derivaron de Constanza et al. (2006) e incluyen suministro de agua, control biológico, regulación de nutrientes y valores culturales y espirituales (**Tabla 3-19**). Constanza et al. (2006) denominó las zonas costeras submareales como “plataforma costera”, que se definió como la zona submareal debajo de la elevación de la playa.

Tabla 3-19: Resumen de los servicios al ecosistema aplicados al hábitat de la zona submareal desplazada: Hábitat de fondo de grano pequeño y grande de la zona submareal

TIPO DE SERVICIO	MEDIDA	TAMAÑO VALOR / ACRE / AÑO 2004	TAMAÑO VALOR / ACRE/AÑO 2020
Suministro de agua	acre/año	\$521	\$564
Control biológico	acre/año	\$20	\$22

Regulación de nutrientes	acre/año	\$723	\$783
--------------------------	----------	-------	-------

Fuente: Costanza et al. (2006)

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de los servicios al ecosistema desplazados durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$0.2 millones.

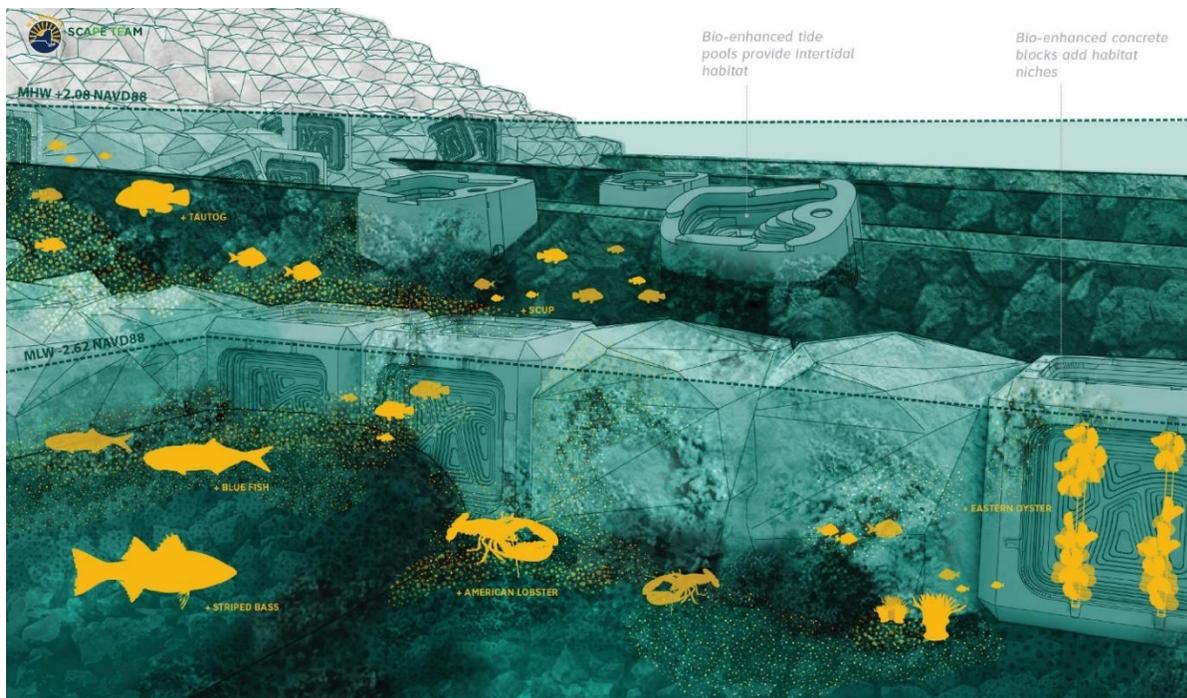
GANANCIAS NETAS ANUALES POR EL SERVICIO AL ECOSISTEMA (-)

El valor total calculado para el hábitat submareal desplazado se restó o se obtuvo a partir de los valores totales del rompeolas/arrecife de ostras. Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de las ganancias netas de servicios al ecosistema durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$10.6 millones.

Existe cierta incertidumbre asociada con la fuente de los valores del servicio al ecosistema y su aplicación directa a las nuevas ganancias de servicio anual al ecosistema que pueden experimentar menores densidades de ostras y tasas de crecimiento de los alimentadores de filtro y la capacidad del rompeolas/arrecife de ostras para lograr la funcionalidad completa. Para dar cuenta de esta incertidumbre, un período de retraso temporal de tres años para algunos servicios se integró en la valoración anual con base en fuentes bibliográficas (La Peyre et al., 2013).

Para visualizar mejor los tipos de servicios al ecosistema que serán apoyados por el proyecto en el futuro, se presenta la **Figura 3-5** a continuación.

Figura 3-5: Esquema de vista subacuática del Rompeolas Viviente



Fuente: Imágenes del paquete de prensa de SCAPE.

3.2.3 VALOR SOCIAL

Para estimar los valores sociales que surgirían del proyecto, se combinó el uso comparable en instalaciones similares de gestión educativa y ambiental y los patrones de visitas recreativas a los parques del área con la transferencia de beneficios. La transferencia de beneficios es el proceso de adaptación de una estimación de valor existente (como la disposición de pagar por un servicio o servicio de parques) y transferirla a una nueva aplicación que se encuentra en otra ubicación pero es similar. Hay dos tipos de transferencias de beneficios, transferencias de valor y transferencias de funciones. Una transferencia de valor toma una estimación puntual única o un promedio de estimaciones

puntuales de múltiples estudios para transferirlos a una nueva aplicación de política. Una transferencia de funciones utiliza una ecuación estimada para predecir un valor adaptado para una nueva aplicación de política. Los valores sociales del proyecto se estimaron aplicando una transferencia de “valor” a los valores unitarios aplicados, que representa la disposición a pagar por educación recreativa y los tipos específicos de educación ambiental entre los usuarios potenciales.

EDUCACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL

El BOP realiza actividades educativas de Rompeolas Viviente, que es una iniciativa de la ciudad para restablecer ostras en el Puerto de Nueva York que considera que la educación es clave para el éxito a largo plazo.

El Proyecto seguirá brindando oportunidades educativas para residentes del área y otras personas mediante los programas de educación y gestión ambiental que se organizan mediante el BOP. Además, entre 2022 y 2029, el BOP brindará un tour a pie anual, un evento de ribera anual, y mejoras a una exhibición sobre restablecimiento de ostras (Memorandum del BOP con fecha del 2/20/21). La audiencia objetivo para el evento público es estudiantes y maestros, y la audiencia para el tour a pie es escuelas, grupos comunitarios y el público general. El BOP también celebra dos eventos de desarrollo profesional anuales (professional development events, PDE) para maestros como parte de los Programas de Tanque de Investigación sobre Ostras y Estación de Investigación sobre Ostras y eventos de campo.

Se anticipa que la mayoría de los usuarios educativos serán residentes del área inmediata y en menor medida de la región, así como de los sistemas escolares cercanos. El aumento de la playa y las áreas abiertas circundantes por el proyecto Rompeolas Viviente también proporcionará mejores oportunidades de educación al aire libre. El proyecto ofrece una oportunidad única para la educación basada en el mar en un entorno urbano.

Muchos estudios han hallado beneficios educativos de los programas de educación ambiental para niños desde jardín de infantes hasta 12^{vo} grado. Los estudios encontraron efectos positivos de educación ambiental, incluido un aumento de confianza, más interés en la escuela y mejores calificaciones en evaluaciones (Volk y Cheak, 2003; Schneller et al, 2015; Blatt, 2013). Los programas educativos también tienen el potencial de cambiar comportamientos futuros. Varios estudios han vinculado la educación ambiental con la calidad ambiental (Dietz, 2004; Johnson, 2012; Purnell, 2004). Cordero (2020) realizó un estudio que cuantifica el efecto de la educación ambiental sobre calidad ambiental. El estudio muestra que la educación sobre cambio climático afecta el comportamiento y reduce las emisiones de carbono. Los hallazgos del estudio están basados en una encuesta de 104 estudiantes que participaron en un curso de cambio climático de un semestre cinco años o más antes. La encuesta mostró que la mayoría de los graduados del curso indicaron que tomaron decisiones ecológicas al menos en parte por lo que aprendieron durante el curso. La encuesta también mostró que, para el graduado promedio del curso, estas decisiones redujeron sus emisiones de carbono individuales en 2.86 toneladas de CO2 por año.

La educación en un entorno recreativo y al aire libre típicamente está orientada hacia actividades extracurriculares específicas del medio ambiente. Se determinó que los beneficios educativos asociados con el proyecto representaban un valor cuantificable. El BOP estimó la cantidad de participantes. Para PDE para maestros, se usó el tamaño de clase promedio de NYCDOE para estimar la cantidad total de beneficiarios de los eventos. Para determinar el valor educativo general, se aplicó un valor de utilidad de \$37 por visita. Este valor de utilidad por visitante estuvo basado en un estudio realizado por Planificación Económica y Sistemas (Economic Planning and Systems) para el Distrito de Parques Regionales de East Bay (East Bay Regional Park District) (2017). Se usó una versión anterior del trabajo de Planificación Económica y Sistemas que se citó en Texas A&M University (Harnik y Crompton, 2014) en el BCA de 2017. El valor de utilidad por visitante del estudio de 2017 se convirtió a dólares de 2020 usando el BLS CPI y se aplicó a una estimación de la cantidad total de participantes por año.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de los beneficios educativos durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$0.3 millones.

RECREACIÓN

La finalización del Proyecto mejorará las oportunidades de recreación a lo largo de la costa, así como en alta mar. El área adicional de playa (ancho de la playa) y las aguas más tranquilas que permitirá el rompeolas ofrecerán oportunidades a la comunidad para pescar, ver el frente marítimo, navegar en barco y realizar otras actividades acuáticas y de playa. Estas oportunidades recreativas representan un beneficio tangible de uso directo que el

proyecto proporcionaría. Se prevé que la mayoría de los usuarios recreativos serán residentes del área local y algunos residentes de la región más amplia.

Se consideraron varios enfoques para obtener un valor de beneficio recreativo estimado, incluida la aplicación de un valor por acre, así como una cifra de utilidad por visita. Se utilizó un enfoque que usa una cifra de valor por utilidad de visita, ya que los datos obtenibles respaldaban mejor este enfoque. Para obtener un valor estimado, se aplicaron tres valores de utilidad por visita por separado: uno para caminata, escalada, bicicleta y pesca. Al kayak se le asignó el valor de navegación. Con respecto a la utilidad de los programas educativos, se obtuvieron los valores de utilidad por visitante de un estudio realizado por Planificación Económica y Sistemas en 2017 para el Distrito de Parques Regionales de East Bay del cual se citó una versión anterior de un Texas A&M University (Harnik y Crompton, 2014) que se utilizó en el BCA de 2017. Además, una estimación de las visitas anuales totales se obtuvo utilizando las cifras de visitantes de un parque estatal cercano, el Parque de la Reserva Estatal de Clay Pit Ponds, en Staten Island. Se utilizaron los datos de visita de 2018, que son los datos del año más reciente disponibles, para estimar las visitas de 2020 usando la tasa de crecimiento anual entre 2017 y 2018 (<http://lohud.nydatabases.com/database/new-york-parks-attendance>).

El porcentaje de visitantes anuales que participarían en cada actividad se estimó y se muestra en la **Tabla 3-20**.

Tabla 3-20: Usuarios recreativos

TIPO DE RECREACIÓN	PORCENTAJE DE VISITANTES ANUALES
Caminata, escalada, bicicleta y pesca	70%
Kayakismo y navegación	30%

La cifra de utilidades por visita se aplicó a cada número estimado de usuarios recreativos para llegar a un beneficio anual estimado para cada tipo de recreación. Estos se agregaron entonces para llegar a una cifra total anual para todos los tipos de recreación. Otros tipos de recreación pueden darse en el sitio del proyecto, como la recolección de conchas marinas o la observación de aves. Como las cifras de utilidad para tales actividades serían bastante difíciles de encontrar, y considerando que este tipo de actividades podrían agruparse como caminatas o escaladas, se asume que tales actividades caen en las categorías de caminata y escalada.

Teniendo en cuenta la novedosa característica que el Rompeolas Viviente representará para los entusiastas de la navegación local, se realizó una investigación adicional sobre el número de gradas para embarcaciones pequeñas en las marinas de Staten Island que podrían acceder al proyecto. Del número total de gradas, se completó una estimación de las visitas potenciales asociadas con estas embarcaciones pequeñas. Se valoró el número de visitantes potenciales que probablemente visitarían el área del proyecto en botes pequeños aplicando la cifra de utilidad por visita anterior. La **Tabla 3-21** muestra la estimación de la capacidad de las gradas de la marina.

Tabla 3-21: Marinas de Staten Island

NOMBRE	CAPACIDAD DE LA GRADA
Atlantis Marina	170
Captains Marine Mercury	160
Great Kills Yacht club	250
Mansion Marina	217
Marina Café	270
Nichols Great Kills Marine	350
Port Atlantic Marina	240
Richmond County Yacht Club	40
Staten Island Yacht Sales	50
Tottenville Marina	240

NOMBRE	CAPACIDAD DE LA GRADA
Marina sin nombre	166
\a Total estimado:	2,153

Nota: \a Las capacidades de marinas selectas se estimaron a partir de fotografías aéreas.

Fuente: <http://marinas.com/search/?search=1&category=marina&country=US®ion=NY&city=Staten+Island>

La estimación de los visitantes totales en embarcaciones pequeñas se basó en el supuesto de un tamaño de barco de tres personas. Se asumió que dos tercios de las embarcaciones adecuadas para la capacidad de las gradas visitarían la zona del proyecto tres veces durante el transcurso de un año. Sobre la base de estos supuestos, aproximadamente 13,000 viajes anuales en embarcaciones se podrían generar a partir de las capacidades disponibles de gradas marinas estimadas.

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de los beneficios educativos durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$11.7 millones.

COHESIÓN DE LA COMUNIDAD

Los parques y las playas ofrecen una oportunidad para que los miembros de la comunidad se reúnan, interactúen, fortalezcan la comunidad y construyan capital social. Varios estudios sobre el valor de los parques y los espacios abiertos abordan la cohesión de la comunidad como uno de los beneficios de los parques (NPRA, 2010; Harnik, 2014). En los parques de vecindarios, los residentes de todas las edades tienen la oportunidad de interactuar, lo que mejora la calidad de vida en el vecindario. Además, el capital social que se crea a través de los parques (en especial cuando los vecinos trabajan juntos para crear, salvar o renovar un parque o un espacio abierto) no solo beneficia la calidad de vida de los residentes, sino que evita los problemas de delincuencia, lo que reduce la necesidad de vigilancia policial, prisiones y centros de rehabilitación (Harnik, 2014).

No se cuantificó el beneficio de cohesión de la comunidad. La magnitud del beneficio se verá afectada por el nivel de participación de la comunidad durante la planificación y el desarrollo del Proyecto, así como por el uso del área y las instalaciones del Proyecto por parte de los residentes cuando este culmine.

3.2.4 REVITALIZACIÓN ECONÓMICA

Los beneficios de la revitalización económica surgirán de los impactos de la fase de construcción a corto plazo del proyecto en los empleos, los ingresos y la producción regional y se acumularán para los propietarios locales adyacentes debido a los impactos positivos anticipados sobre el valor de la propiedad más allá de los proporcionados por la función de reducción del riesgo costero del proyecto.

IMPACTOS ECONÓMICOS

Durante la fase de construcción, el Proyecto apoyará empleos en la construcción y en las industrias relacionadas. Una vez finalizado, el Proyecto apoyará trabajos relacionados con las operaciones y mantenimiento de las actividades de programación, rompeolas, esfuerzos de restauración de ostras y playa. Aunque típicamente no es un beneficio neto para la sociedad, la creación de empleo constituye una contribución positiva a las economías de la Ciudad de Nueva York y del Estado de Nueva York. Debido al carácter único del proyecto, este puede atraer a visitantes locales y fuera del estado cuyo gasto aumentaría aún más la contribución económica del proyecto a la Ciudad de Nueva York y la economía del Estado, respectivamente.

FASE DE CONSTRUCCIÓN

En el BCA de 2017, el impacto económico de la construcción del Proyecto se obtuvo del Borrador de la Declaración de Impacto Ambiental (Draft Environmental Impact Statement, DEIS). Usando un modelo de entrada-salida, el DEIS estimó el impacto económico total de la construcción del Proyecto, que incluye empleos en la industria de la construcción e industrias relacionadas (es decir, efecto directo), empleos respaldados por gastos en materiales de construcción y otros ingresos en las industrias suministradoras (es decir, efecto indirecto), y empleos respaldados por gastos del hogar realizados por personas que trabajan directa o indirectamente en la construcción del Proyecto (es decir, efecto inducido). Encontraron que la construcción del Proyecto (Alternativa 3 en el DEIS) apoyaría un

total de 419 años persona¹ de empleo en el Estado de Nueva York, de los cuales 411 serían en la Ciudad de Nueva York, con base en un costo de construcción de \$66.5 millones (en dólares de 2016). Con base en la estimación del costo de construcción del 100 por ciento del diseño, que es de \$74 millones, evaluada en este BCA, el Proyecto respaldaría un total de 434 años persona de empleo en el Estado de Nueva York, de los cuales 426 estarían en la Ciudad de Nueva York. La construcción del Proyecto apoyaría 292 años persona de empleo en la industria de la construcción e industrias relacionadas. Teniendo en cuenta los empleos indirectos e inducidos que se generarían a través del efecto multiplicador, el proyecto apoyaría 134 años por persona adicionales de empleo en la Ciudad de Nueva York y otros 8 años por persona de empleo en el resto del Estado de Nueva York.

OPERACIONES

Al completar la construcción, los gastos de monitoreo continuo, mantenimiento y programación educativa apoyarán empleos adicionales en Staten Island con efectos multiplicadores en el resto de la Ciudad de Nueva York y el Estado de Nueva York. Como se explica en la sección de ciclo de vida del Proyecto, los costos de monitoreo serán, en promedio, de \$0.6 millones por año durante los primeros cinco años de operación, y un promedio de \$0.3 millones por año durante el resto de la vida útil del Proyecto. Durante los primeros cinco años de operación, los gastos en programación educativa serán de \$55 mil por año. En total habrá, en promedio, entre \$0.4 y \$0.7 millones en gastos de operación y mantenimiento del Proyecto al año a lo largo de toda la vida útil del Proyecto. Estos gastos respaldarán empleos de medio tiempo y tiempo completo en educación, monitoreo del desempeño y función del rompeolas. Estos gastos anuales recurrentes también generarán impactos económicos indirectos e inducidos adicionales en la comunidad y la región.

VISITANTES

Si el proyecto de Rompeolas Viviente atrae a visitantes fuera de la Ciudad de Nueva York o fuera del Estado de Nueva York, el gasto de estos visitantes (por ejemplo, comida, venta al por menor, transporte y otras actividades recreativas) generaría un impacto positivo en las economías de la ciudad de Nueva York y del Estado de Nueva York. Por ejemplo, se puede esperar que una parte de los visitantes que asisten a los programas de educación familiar y de adultos y/o personas que viajan a la zona con fines recreativos (por ejemplo, para practicar kayak) posiblemente resida fuera de la Ciudad de Nueva York, especialmente en zonas circundantes como Nueva Jersey. El impacto potencial del gasto de los visitantes no se cuantificó debido a la dificultad de anticipar el número de visitantes regionales, pero se espera que agregue algo de valor en el futuro.

IMPACTOS SOBRE EL VALOR DE LA PROPIEDAD

Los economistas han aplicado métodos estadísticos basados en los precios hedónicos de las propiedades (basados en regresión) para aislar los efectos de varios atributos o servicios que pueden influir en los valores de las propiedades. Los métodos hedónicos analizan cómo las diferentes características de un bien comercializado, incluida la calidad ambiental, pueden afectar el precio que las personas pagan por el bien o factor. Este tipo de análisis proporciona estimaciones de los precios implícitos pagados por cada característica, como el número de habitaciones y la calidad del entorno de acogida adyacente. Una función de precios hedónicos para las ventas de propiedades residenciales podría descomponer los precios de venta en precios implícitos para las características del terreno (por ejemplo, superficie), características de la casa (por ejemplo, atributos estructurales como la superficie cuadrada del área habitable) y características de la calidad del vecindario y del medio ambiente. En términos de ecosistemas acuáticos, las propiedades con mayor proximidad a estos sistemas pueden venderse por un monto mayor que las propiedades similares que no tienen esta cercanía o proximidad (NRC, 2005).

El método de análisis hedónico es un procedimiento estadístico para contabilizar y esclarecer las estimaciones de la prima de precio de mercado que los residentes pagan por estar frente al mar o tener acceso a servicios de recreación y servicios ecológicos de mayor calidad. El BCA aplicó un estudio de mercado hedónico que cuantificó la prima del valor de la propiedad asociado con el ancho de la propia playa. Este estudio fue particularmente relevante para los objetivos del proyecto de detener la erosión de las playas y proporcionar un frente de playa contiguo y una mayor utilidad y acceso a lo largo de la alineación del proyecto.

¹ Un año persona de empleo equivale a una persona que trabaja a jornada completa por un año.

El BCA aplicó un estudio particular que examinó el aumento en los valores de las propiedades residenciales asociado con un aumento de un pie en el ancho de la playa (Gopalakrishnan et al., 2010). El estudio incluyó una determinación funcional o elasticidad (distancia x anchura de la playa) con respecto a los precios de la vivienda. Según el estudio, un aumento de un pie en el ancho de la playa se asoció con un aumento del 0.5% en los precios de la vivienda para los hogares ubicados a 32.8 pies del límite de acción de oleaje moderada (Limit of Moderate Wave Action, LiMWA). Para aplicar los resultados de este estudio a través de técnicas de transferencia de beneficios, el BCA utilizó GIS para aislar a aquellos hogares dentro del área del proyecto que estaban a 10 metros (32.8 pies) de los LiMWA. La prima de mercado se basó en el mantenimiento del valor de mercado actual de estas propiedades constante en dólares de 2016 según la Guía para BCA del HUD (HUD CPD-16-06).

Con base en una tasa de descuento del 7 por ciento, el valor actual de los beneficios de valor de la propiedad durante el período de evaluación de 50 años equivale a \$3.9 millones.

4 RIESGOS DEL PROYECTO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

Como se identifica en el BCA de 2017, los riesgos del proyecto generalmente se relacionan con asuntos que podrían influir tanto en el costo como en los plazos de la construcción (SCAPE Apéndice D, 2016), como sigue:

Disponibilidad de materiales de construcción: otros factores relacionados con el abastecimiento y disponibilidad de materias primas utilizadas en la construcción. Este riesgo se relaciona con la contratación con los proveedores de piedras de menor costo en cantidades suficientes, con los tamaños y calidades apropiados de rocas y con las texturas de superficie necesarias para apoyar y cultivar hábitats. Además, existe cierto riesgo relacionado con la obtención de cantidades de arena que cumplen con los criterios de calidad e idoneidad para la restauración de la costa. Dada la alta demanda de relleno para arreglos de playa en la región de Nueva York/Nueva Jersey, los precios unitarios pueden ser más altos para estos materiales, lo que podría influir en los costos de construcción del proyecto.

Condiciones de construcción desfavorables localizadas: además, algunos aspectos del Proyecto podrían influir en los costos de construcción estimados, tales como suelos/sedimentos blandos imprevistos que pueden encontrarse en ciertos lugares. Estos suelos podrían conducir a procedimientos correctivos que podrían aumentar los costos.

Condiciones meteorológicas extremas: la temporada de tormentas/huracanes en Nueva York tiene el potencial de influir en el calendario de construcción.

Preocupaciones de las partes interesadas: otros riesgos se relacionan con la posibilidad de que ciertas partes interesadas tengan preocupaciones sobre el proyecto que puedan afectar su cronograma de construcción y costo. Cabe señalar que el equipo del proyecto ha realizado actividades de divulgación para informar a las partes interesadas sobre las metas, objetivos y beneficios del proyecto Rompeolas Viviente y ha recibido opiniones regulares de las partes interesadas a lo largo del proceso de diseño, y seguirá realizando estas actividades durante la construcción.

4.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se completó un análisis de sensibilidad que evaluó los impactos sobre la rentabilidad del Proyecto que tendrían posibles cambios en los costos y beneficios del Proyecto. La **Tabla 4-1** muestra los resultados del análisis de sensibilidad. El valor base actual de los beneficios netos es de \$2.2 millones usando una tasa de descuento del 7 por ciento y \$50 millones usando una tasa de descuento del 3 por ciento. El BCR base es de 1.03 usando una tasa de descuento del 7 por ciento y 1.54 usando una tasa de descuento del 3 por ciento.

Tabla 4-1: Análisis de sensibilidad

PRUEBA DE SENSIBILIDAD	VALOR ACTUAL DE BENEFICIOS NETOS	BCR
Aumento de los costos de capital (10%), tasa de descuento del 7%	(\$5,580,552)	0.94
Aumento de los costos de capital (10%), tasa de descuento del 3%	\$41,435,265	1.41
Aumento de O&M anual (30%), tasa de descuento del 7%	\$933,732	1.01
Aumento de O&M anual (30%), tasa de descuento del 3%	\$47,767,462	1.50
Disminución de O&M anual (30%), tasa de descuento del 7%	\$3,561,313	1.04
Disminución de O&M anual (30%), tasa de descuento del 3%	\$52,224,800	1.58

PRUEBA DE SENSIBILIDAD	VALOR ACTUAL DE BENEFICIOS NETOS	BCR
Disminución de los beneficios de resistencia (porcentaje de estimaciones de referencia):		
90% del punto de referencia, tasa de descuento del 7%	(\$3,587,063)	0.96
90% del punto de referencia, tasa de descuento del 3 %	\$41,012,027	1.44
70% del punto de referencia, tasa de descuento del 3 %	\$23,043,820	1.25
50% del punto de referencia, tasa de descuento del 3 %	\$5,075,614	1.05
Disminución de los valores ambientales (porcentaje de estimaciones de la base de referencia):		
90% del punto de referencia, tasa de descuento del 7 %	\$1,202,548	1.01
80% del punto de referencia, tasa de descuento del 7 %	\$157,574	1.00
90% del punto de referencia, tasa de descuento del 3 %	\$47,859,588	1.51
50% del punto de referencia, tasa de descuento del 3 %	\$39,313,418	1.42

El análisis de sensibilidad evalúa el efecto de un aumento en el costo de construcción sobre los beneficios netos y el BCR del Proyecto. Con una tasa de descuento del 7 por ciento, un aumento del 10 por ciento en los costos de capital disminuiría el BCR de 1.03 a 0.94 y borraría el valor neto actual acumulativo positivo del proyecto. Con una tasa de descuento del 3 por ciento, un aumento del 10 por ciento en los costos de capital disminuiría el BCR de 1.54 a 1.41. El costo de O&M para años futuros es incierto a causa de los cambios en tecnologías, prácticas de la industria, y normas puede disminuir o aumentar el costo. Un aumento del 30 por ciento en las operaciones y el mantenimiento anuales reduciría el BCR de la base de referencia de 1.03 a 1.01, manteniendo todas las otras variables constantes y una tasa de descuento del 7 por ciento. Una disminución del 30 por ciento en el costo de O&M, por otra parte, aumentaría el BCR de punto de referencia de 1.03 a 1.04 con base en una tasa de descuento del 7 por ciento. Con una tasa de descuento del 3 por ciento, un aumento del 30 por ciento en el costo de O&M reduciría el BCR de 1.54 a 1.50, mientras que una disminución del 30 por ciento en el costo de O&M aumentaría el BCR a 1.58.

La resistencia y los valores ambientales proporcionan la mayoría de los beneficios del proyecto. El análisis de sensibilidad comienza reduciendo el valor combinado de los beneficios de resistencia a un porcentaje de los valores totales de la base de referencia. El valor neto actual total del proyecto seguiría siendo positivo si los beneficios de resistencia cayeran al 50 por ciento de su nivel actual estimado si se usa una tasa de descuento del 3 por ciento.

4.2.1 TASA DE DESCUENTO

Se realizó un análisis por separado para evaluar la sensibilidad de los beneficios netos del Proyecto (o NPV) y BCR únicamente a cambios en la tasa de descuento. La **Tabla 4-2** muestra el valor actual acumulativo de beneficios netos y BCR del proyecto a distintas tasas de descuento. El NPV y la BCR del proyecto siguen siendo favorables a tasas de descuento de hasta un 7 por ciento.

Tabla 4-2: Análisis de sensibilidad de la tasa de descuento

TASA DE DESCUENTO	VALOR ACTUAL DE BENEFICIOS NETOS	BCR
2%	\$71,892,789	1.75
3%	\$49,996,131	1.54
4%	\$33,335,264	1.37
5%	\$20,444,591	1.23
6%	\$10,316,399	1.12
7%	\$2,247,522	1.03

8%	-\$4,260,166	0.95
----	--------------	------

En la **Figura 4-1** se representan los resultados del análisis de sensibilidad del valor neto actual del proyecto a varias tasas de descuento.

Figura 4-1: Valor neto actual del proyecto Rompeolas Viviente a diferentes tasas de descuento



5 EVALUACIÓN DE LOS DESAFÍOS DE IMPLEMENTACIÓN

Como se indica en la descripción de los riesgos del proyecto antes mencionados, el proyecto enfrenta a algunos desafíos de implementación. Estos desafíos se relacionan con hacer frente a factores imprevistos que pueden afectar los costos de construcción, retrasos imprevistos en el cronograma de construcción y otras incertidumbres asociadas con los permisos y la construcción costera en altamar. Además, algunos desafíos se relacionan con la explicación efectiva de los beneficios del proyecto a circunscripciones específicas y a la comunidad en general.

Sin embargo, el patrocinador y el equipo de diseño están abordando efectivamente estos desafíos de maneras proactivas y comprometidas que están reduciendo el riesgo que puede afectar a una implementación exitosa del proyecto. Se han programado distintas reuniones de divulgación pública, incluida la creación de un Comité Asesor de Ciudadanos para permitir que las partes interesadas puedan asesorar a la GOSR sobre los problemas de diseño y en última instancia sobre los impactos de la construcción. Estas actividades se seguirán organizando y promoviendo en el futuro.

6 CONCLUSIÓN

Este BCA para el proyecto Rompeolas Viviente fue preparado siguiendo la Guía de BCA del HUD para APA de proyectos RBD (HUD CPD-16-06). El análisis se llevó a cabo sobre principios económicos y financieros generalmente aceptados para el BCA, como se expresa en la Circular A-94 de la Oficina de Gestión y Presupuesto (Office of Management and Budget, OMB).

El proyecto está diseñado para: 1) reducir el riesgo costero a través de la disminución de la exposición a la acción del oleaje y la erosión asociada a lo largo de la costa en Tottenville; 2) mejorar las funciones del hábitat y los valores que apoyan los ecosistemas locales mediante la creación y mejora de hábitats costeros y cercanos a la costa y 3) fomentar la gestión y el uso recreativo y educativo de la costa y cerca de la costa a través de una mayor sensibilización, acceso y participación.

Con una tasa de descuento del 7 por ciento y un período de evaluación de planificación de 50 años, el proyecto generará beneficios netos considerables a la comunidad costera de Tottenville, así como a otros beneficiarios de la región metropolitana de Nueva York y los visitantes regionales que usan este bien comunitario. La **Tabla 6-1** y la **Figura 6-1** brindan más detalles sobre las categorías de beneficios y costos estimados.

En resumen, los costos del ciclo de vida para construir y operar el proyecto Rompeolas Viviente (que ascienden a \$82.7 millones en dólares constantes al valor actual en 2020) generarían los siguientes beneficios cuantificados (sin incluir los beneficios analizados anteriormente que no se pueden cuantificar por diversas razones):

- Beneficios totales de \$84.9 millones:
 - \$58.3 millones en valores de resistencia;
 - \$10.6 millones en valores ambientales;
 - \$12.1 millones en valores sociales; y
 - \$3.9 millones en beneficios de revitalización económica.

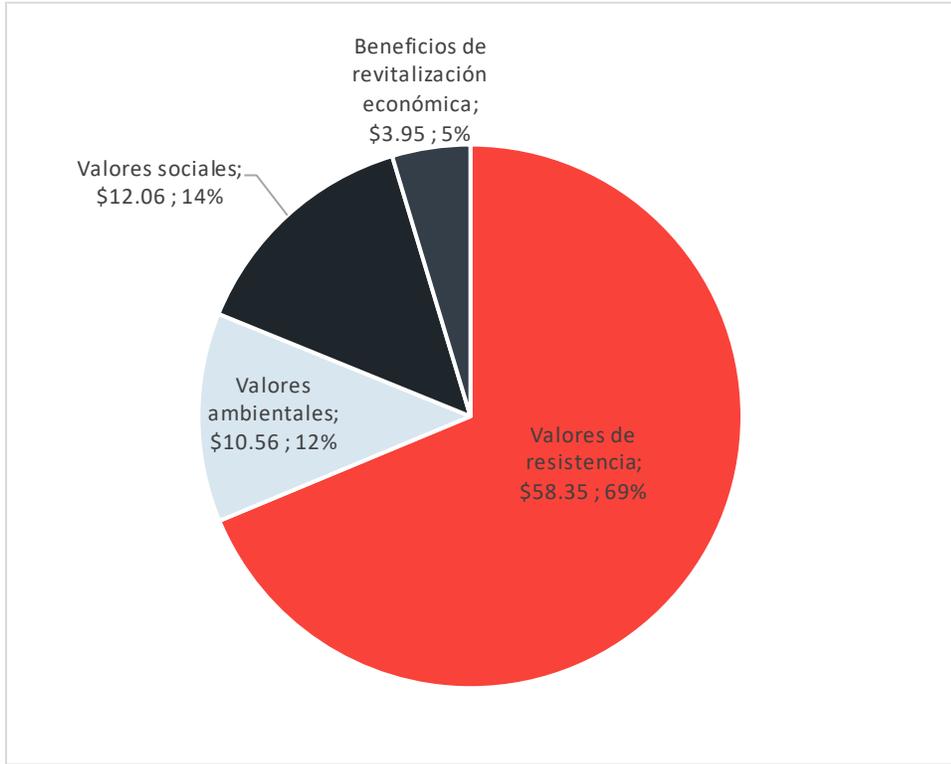
El valor actual acumulado de beneficios netos del Proyecto es de **\$2.2 millones** y la **BCR es de 1.03**, con base en una tasa de descuento del 7 por ciento. Estas medidas del mérito del Proyecto demuestran que es viable y que agregaría valor a la comunidad, al ambiente y a la economía.

El beneficio anual futuro del proyecto y los flujos de costos, proyectados en el horizonte de 50 años también se sometieron a un análisis de sensibilidad que examinó los impactos de la fase de implementación y los riesgos y las incertidumbres operativos identificados. Los resultados mostraron que el valor neto actual de los beneficios del proyecto puede soportar estos eventos de estrés dadas las incertidumbres que puedan surgir, y puede seguir siendo económicamente viable durante este período con una tasa de descuento del 3 por ciento.

Tabla 6-1: Rompeolas Viviente – resumen de análisis de costos y beneficios (dólares de 2020)

	7%	3%
COSTOS DEL CICLO DE VIDA		
Costos de inversión del proyecto	\$78,280,740	\$85,608,660
Operaciones y mantenimiento	\$4,379,303	\$7,428,897
Costos totales	\$82,660,043	\$93,037,558
BENEFICIOS		
Valores de resistencia	\$58,345,852	\$89,841,035
Daños evitados a la propiedad	\$3,446,874	\$7,277,180
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$3,262,364	\$6,567,390
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$561,915	\$1,131,178
Costos evitados por pérdida de productividad	\$1,259,875	\$2,536,225
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$47,450,148	\$67,555,200
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$266,448	\$542,491
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$323,207	\$650,640
Costo evitado por cortes de electricidad	\$1,159,383	\$2,333,927
Daños a automóviles evitados	\$77,179	\$167,266
Escombros evitados	\$6,850	\$14,512
Reparaciones de emergencia evitadas	\$22,078	\$47,813
Daños a parques y servicios públicos evitados	\$509,532	\$1,017,212
Valores ambientales	\$10,557,255	\$21,481,453
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$10,723,747	\$21,809,222
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$166,492	\$327,769
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$10,557,255	\$21,481,453
Valores sociales	\$12,057,887	\$23,832,401
Gestión educativa/ambiental	\$322,966	\$405,211
Recreación	\$11,734,921	\$23,427,190
Beneficios de revitalización económica	\$3,946,572	\$7,878,799
Impactos sobre el valor de la propiedad ([[Distancia y ancho de la playa]])	\$3,946,572	\$7,878,799
Beneficios totales	\$84,907,565	\$143,033,689
BENEFICIOS NETOS	\$2,247,522	\$49,996,131
Relación costo-beneficio	1.03	1.54

Figura 6-1: Proyecto Rompeolas Viviente: resumen de análisis de costos y beneficios



BIBLIOGRAFÍA

- Annese, 2012, © 2016 SILive.com.
http://www.silive.com/southshore/index.ssf/2012/11/staten_island_mom_who_lost_hus.html
- APEC, 2016. Alley Pond Environmental Center. <http://www.alleypond.com/>
- Alley Pond Environmental Center, Inc., julio de 2014 - junio de 2015, Informe anual y estados financieros para los años que finalizaron el 30 de junio, 2014-2015.
- Arcadis, 12/12/16. Correo electrónico de Vince DeCapiro (Arcadis) a Ian Miller (Louis Berger) y Alex Zablocki (GOSR).
- Bain et al. 2006. Bain M., D. Suszkowski, J. Lodge, and L. Xu. 2006. Setting Targets for Restoration of the Hudson-Raritan Estuary: Report of an Interdisciplinary Workshop. Hudson River Foundation, Nueva York, Nueva York
- Billion Oyster Project, 2021. Memorándum a Scott Narod, Oficina del Gobernador para la Recuperación ante Tormentas, de Danielle Bissett, Proyecto Mil Millones de Ostras, miércoles, 20 de enero de 2021, a cerca del plan de acción del HUD - entregables del Proyecto Mil Millones de Ostras para el período de 5 años posterior a la finalización del proyecto.
- Blatt, E. N. (2013). Exploring environmental identity and behavioral change in an environmental science course. *Cultural Studies of Science Education*, 8(2), 467–488
- BND 2016, Beach Nourishment Viewer, Programa para el Estudio de Riberas Desarrolladas en Western Carolina University, <http://beachnourishment.wcu.edu/>
- CDC, 2014. Centros de Control y Prevención de Enfermedades, MMWR, Informe semanal de morbilidad y mortalidad, 24 de octubre de 2014, "Weekly / Vol. 63 / No. 42. See Brackbill et. al., Nonfatal Injuries 1 Week After Hurricane Sandy — New York City Metropolitan Area, October 2012"
- Coch 2015. Coch, Nikolas K., Unique Vulnerability of the New York–New Jersey Metropolitan Area to Hurricane Destruction, *Journal of Coastal Research*, Vol. 31, No. 1, 2015.
- Cordero E.C., Centeno D., Todd A.M. (2020) The role of climate change education on individual lifetime carbon emissions. *PLoS ONE* 15(2): e0206266
- Costanza et al., 2006. Costanza, Robert, Matthew Wilson, Austin Troy, Alexey Voinov, Shuang Liu, John D'Agostino, 2006. The Value of New Jersey's Ecosystem Services and Natural Capital. Prep. Por: Gund Institute for Ecological Economics, Univ. Vermont. Prep. Para: Departamento de Protección Ambiental de Nueva Jersey, División de Ciencia, Investigación y Tecnología, Trenton, NJ.
- CPPSP, 2016, Clay Pit Ponds State Park Preserve, <http://nysparks.com/parks/166/details.aspx>
- Dietz ME, Clausen JC, Filchak KK. Education and changes in residential nonpoint source pollution. *Environ Manage.* 2004; 34: 684–690. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0238-4> PMID: 156330365.

- East Bay Regional Park District, 2017. Quantifying our quality of life. Preparado por Planificación Económica y Sistemas, Accedido en <https://www.ebparks.org/civicax/filebank/blobdload.aspx?BlobID=29202>.
- FAA, 2016. https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/benefit_cost/media/econ-value-section-2-tx-values.pdf, Tabla 2-2: Factores de pérdida relativa por nivel de gravedad de la lesión (para uso con tasas de descuento del 3% o 7%)*
- FEMA, 2011. Reingeniería del Análisis de Costos y Beneficios (BCAR) de la FEMA, Desarrollo de Valores Económicos Estándar, Versión 6.0 Diciembre de 2011, https://www.fema.gov/media-library-data/1436988186869-3f81a0a72df11e00b8c088e8d3bd635a/TAW_Slope_Hmo_Guidance_May_2015.pdf.
- FEMA (2012), Informe Final de Metodología de Beneficios de Sostenibilidad, Contrato #: HSFEHQ-10-D-0806; Orden de tarea # HSFEHQ-11-J-1408.
- FEMA 2013, POLÍTICA DE MITIGACIÓN DE LA FEMA FP-108-024-01, Consideration of Environmental Benefits in the Evaluation of Acquisition Projects under the Hazard Mitigation Assistance (HMA) Programs, 18 de junio de 2013.
- FEMA 2015. Guidance for Flood Risk Analysis and Mapping, Calculation of Incident Wave Height and Slope for use with TAW Wave Runup Method, Guidance Document 33, Mayo de 2015.
- Freeman, A. Myrick, III, The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods, Resources for the Future, Washington D.C., 1999.
- Gopalakrishnan, 2010. Sathya Gopalakrishnan, Martin D. Smith, Jordan M. Slott, y A. Brad Murray, The Value of Disappearing Beaches: A Hedonic Pricing Model with Endogenous Beach Width, Working Paper EE 10-04, September 2010, Duke Environmental Economics Working Paper Series, organized by the Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University.
- COWI, Manual de Operación y Mantenimiento del Rompeolas Viviente, octubre de 2020.
- Grabowski et. al., 2012. Jonathan H. Grabowski, Robert D. Brumbaugh, Robert F. Conrad, Andrew G. Keeler, James J. Opaluch, Charles H. Peterson, Michael F. Piehler, Sean P. Powers, and Ashley R. Smyth, Economic Valuation of Ecosystem Services Provided by Oyster Reefs, BioScience • Octubre de 2012 / Vol. 62 No. 10, 900-909.
- Harnik, 2014. Harnik, Peter, y John L. Compton (2014), Measuring the total economic value of a park system to a community, Managing Leisure, 2014, <http://dx.doi.org/10.1080/13606719.2014.885713>, Taylor & Francis
- HUD CPD-16-06, Notificación CPD-16-06 del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano, publicada el 20 de abril de 2016, Community Development Block Grant Disaster Recovery (CDBG-DR) Rebuild by Design: Guidance regarding content and format of materials for approval of CDBG-DR Action Plan Amendments releasing funds for construction of Rebuild by Design (RBD) projects, including guidance for Benefit-Cost Analysis.
- Johnson B, Duffin M, Murphy M. Quantifying a relationship between place-based learning and environmental quality. Environ Educ Res. 2012; 18: 609-624. 6.

- Kaval, P. y J. B. Loomis. 2003. Updated outdoor recreation use values with emphasis on National Park recreation. Fort Collins, National Park Service.
- Kaufman et. al., 2012. *Transportation During and After Hurricane Sandy*, Sarah Kaufman, Carson Qing, Nolan Levenson y Melinda Hanson, Rudin Center for Transportation, NYU Wagner Graduate School of Public Service, noviembre de 2012
- La Peyre, Megan K., Austin T. Humphries, Sandra M. Casas, Jerome F. La Peyre. 2013. Temporal variation in development of ecosystem services from oyster reef restoration. *Ecological Engineering* 63 (2014) 34–44.
- Magnuson, 2009. K. Magnuson, H. Sexton, P. Davis-Kean, y A. Huston, “Increases in Maternal Education and Young Children’s Language Skills,” *Merrill-Palmer Quarterly*, Vol. 55, No. 3, julio de 2009, http://muse.jhu.edu/login?uri=/journals/merrill-palmer_quarterly/v055/55.3.magnuson.pdf
- Magnuson 2007. Katherine Magnuson, Investing in the Adult Workforce: An Opportunity to Improve Children’s Life Chances, preparado para la Annie E. Casey Foundation Initiative on Investing in Workforce Development, marzo de 2007, <http://www.aecf.org/news/fes/dec2008/pdf/Magnuson.pdf>
- Antecedentes de mortalidad de Tottenville brindados por la GOSR y mencionados en el siguiente artículo: http://www.nytimes.com/interactive/2012/11/17/nyregion/hurricane-sandy-map.html?_r=0
- NACCS (2015). North Atlantic Coast Comprehensive Study: Resilient Adaptation to Increasing Risk MAIN REPORT Final Report, enero de 2015, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU.
- NACCS (2015). North Atlantic Coast Comprehensive Study (NACCS), Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos @ Physical Depth-Damage Function Summary Report North Atlantic Coast Comprehensive Study: Resilient Adaptation to Increasing Risk, enero de 2015.
- NPRA (2010). Asociación Nacional de Parques y Recreación, Why Parks and Recreation are essential services, 2010, Accedido en <https://www.nrpa.org/uploadedFiles/nrpa.org/Advocacy/Resources/Parks-Recreation-Essential-Public-Services-January-2010.pdf>
- NRC (2005). Valuing Ecosystem Services: Toward Better Environmental Decision-Making, Committee on Assessing and Valuing the Services of Aquatic and Related Terrestrial Ecosystems, National Research Council, National Academies Press, ISBN 978-0-309-09318-7, <http://nap.edu/11139>.
- NYC (2013). “Mayor Bloomberg Announces First-of-its-kind Nyc Rapid Repairs Program Completes Work On More Than 20,000 Homes Damaged By Hurricane Sandy.” <https://www1.nyc.gov/office-of-the-mayor/news/109-13/mayor-bloomberg-first-of-its-kind-nyc-rapid-repairs-program-completes-work-more-than-22-de-marzo>.
- Departamento de Parques y Recreación de la Ciudad de Nueva York, 12/12/16. Correo electrónico de Grace Parks (Parques de NYC) a Ian Miller (Louis Berger).
- NYC Parks, 01/03/17. Correo electrónico de "Jordan, Elizabeth (Parks)" Elizabeth.Jordan@parks.nyc.gov a: "Zablocki, Alex (STORMRECOVERY)" Alex.Zablocki@stormrecovery.ny.gov, Asunto: ASUNTO: Costo de construcción de Duna de Tottenville 2013.
- PlaNYC (2013). A Stronger More Resilient New York, the City of New York, Mayor Michael H. Bloomberg.

- Purnell K, Sinclair M, Gralton A. Sustainable schools: making energy efficiency a lifestyle priority. *Aust J Environ Educ.* 2004; 20: 81-91.
- Ridley (2011). Ridley, N. y Kenefick, E., Research shows effectiveness of workforce programs. <http://www.clasp.org/resources-and-publications/files/workforce-effectiveness.pdf>
- RM Schwartz et al. (2015), The Impact of Hurricane Sandy on the Mental Health of New York Area Residents, *Am J Disaster Med* 10 (4), 339-346. 2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/27149315/>
- SCAPE, 3 de octubre de 2017. Calculation of Available Surface Area and Marine Habitat Generated for Living Breakwaters – UPDATE, 3 de octubre de 2017. Memorandum de SCAPE, OCC, SEARC a AKRF, GOSR.
- SCAPE Apéndice D, 2016. <<D_30% -Feasibility -and-Constructability -Report_161007.pdf>>, Feasibility and Constructability Report, 10/7/2016, Preparado por: MFS Consulting Engineers and Surveyor, DPC
- SCAPE, diciembre de 2016. Calculation of Available Surface Area and Marine Habitat Generated for Living Breakwaters, 13 de diciembre de 2016. Versión: 2, revisada a partir del memo inicial enviado el 28 de noviembre de 2016, de SCAPE, OCC, SEARC, A: AKRF, GOSR.
- Correo electrónico de SCAPE, 12/9/16. Correo electrónico de Pippa Brashear (SCAPE) a Ian Miller (Louis Berger) con archivo adjunto llamado, <<161208-LB-Habitat_Quantification_calcs.xlsx>>.
- SCAPE, MODELING REPORT, 2016. LIVING BREAKWATERS 30% DESIGN MODELING REPORT, Preparado para: Oficina del Gobernador para la Recuperación ante Tormentas (GOSR) Fecha: 10/07/2016, Preparado por: Scape Landscape Architecture PLLC con Ocean And Coastal Consultants Engineering, P.C. | Arcadis Of New York, Inc. | Parsons Brinckerhoff, Inc. | SeArc Ecological Consulting, Ltd. | New York Harbor Foundation New York Harbor School | LOT-EK, Corp. | MFS Consulting Engineers And Surveyor, DPC | Prudent Engineering LLP.
- Memo a la GOSR de SCAPE y ARCADIS. IFC de Rompeolas: desempeño de a atenuación de olas con aumento del nivel del mar. 11/25/2020.
- Schneller, J.A., Schofield, C.A., Hollister, E., & Mamuszka, L. (2015). A case study of indoor garden-based learning with hydroponics and aquaponics: Evaluating pro-environmental knowledge, perception, and behavior change. *Applied Environmental Education and Communication*, 14(4), 256-265.
- Stantec (2021). Proyecto de Protección del Litoral de Tottenville – Narrativa del Análisis de Costos y Beneficios (BCA) de BRIC, preparado por Stantec, enero de 2021.
- Memorandum de Orientación Económica 09-04 de USACE: Generic Depth-Damage Relationships for Vehicles, 2019. Accedido en <https://planning.erdc.dren.mil/toolbox/library/EGMs/egm09-04.pdf>.
- USACE (2009). Comprehensive Restoration Plan. <https://www.nan.usace.army.mil/Portals/37/docs/harbor/Harbor%20Program%20Images/CRP%20vol1.pdf>
- Departamento de Trabajo de EE. UU., Oficina de Estadísticas Laborales, Índice de Precios al Consumidor, <http://data.bls.gov/pdq/SurveyOutputServlet>

- Censo de 2010, tamaño de HH promedio Tottenville, ver además, <http://www.city-data.com/neighborhood/Tottenville-Staten-Island-NY.html>
- Volk, T. L., & Cheak, M. J. (2003). The effects of an environmental education program on students, parents, and community. *Journal of Environmental Education*, 34(4), 12–25.

Declaración de recursos del proyecto – Años 1 - 10

Living Breakwaters Project - BCA Project Resource Statement											
constant 2020 US Dollars											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Year										
HUD Guidance Categories	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
LIFECYCLE COSTS			12	12	6						
	\$ 7,816,613	\$ 7,816,613	\$ 30,478,084	\$ 30,478,084	\$ 15,239,042	\$10,600	\$10,600	\$10,600	\$10,600	\$10,600	\$10,600
Project Investment Costs	\$7,816,613	\$7,816,613	\$30,478,084	\$30,478,084	\$15,239,042	\$10,600	\$10,600	\$10,600	\$10,600	\$10,600	\$0
Operations & Maintenance	\$0	\$0	\$90,223	\$472,633	\$434,890	\$787,721	\$434,890	\$581,617	\$938,603	\$204,843	\$0
Total Costs	\$7,816,613	\$7,816,613	\$30,568,307	\$30,950,716	\$15,673,932	\$798,321	\$445,490	\$592,217	\$949,203	\$215,443	\$0
BENEFITS											
Resiliency Values	\$0	\$0	\$217,064	\$653,190	\$1,092,007	\$27,591,581	\$1,260,074	\$1,105,560	\$1,110,700	\$27,771,683	\$1,121,089
Avoided Property Damages	\$0	\$0	\$50,926	\$154,238	\$259,517	\$261,995	\$264,496	\$267,021	\$269,570	\$272,144	\$274,742
Avoided Casualties (Mortality & Injuries)	\$0	\$0	\$53,575	\$160,943	\$268,600	\$268,962	\$270,148	\$271,339	\$272,535	\$273,737	\$274,944
Avoided Mental Health Treatment Costs	\$0	\$0	\$9,228	\$27,721	\$46,264	\$46,326	\$46,531	\$46,736	\$46,942	\$47,149	\$47,357
Avoided Lost Productivity Costs	\$0	\$0	\$20,690	\$62,154	\$103,729	\$103,869	\$104,327	\$104,787	\$105,249	\$105,713	\$106,179
Avoided shoreline erosion/dune reconstruction costs	\$0	\$0	\$43,918	\$131,755	\$219,592	\$26,715,783	\$379,209	\$219,592	\$219,592	\$26,875,399	\$219,592
Avoided displacement/disruption costs	\$0	\$0	\$4,294	\$12,926	\$21,618	\$21,692	\$21,766	\$21,841	\$21,916	\$21,991	\$22,067
Avoided Road Closure/Travel Disruption costs	\$0	\$0	\$5,308	\$15,945	\$26,611	\$26,646	\$26,764	\$26,882	\$27,000	\$27,119	\$27,239
Avoided Cost of Power Outages	\$0	\$0	\$19,040	\$57,196	\$95,455	\$95,584	\$96,005	\$96,429	\$96,854	\$97,281	\$97,710
Avoided Automobile Damages	\$0	\$0	\$1,071	\$3,256	\$5,501	\$5,577	\$5,654	\$5,733	\$5,812	\$5,892	\$5,973
Avoided Debris Removal	\$0	\$0	\$100	\$304	\$512	\$517	\$523	\$528	\$533	\$539	\$544
Avoided Emergency Repairs	\$0	\$0	\$307	\$933	\$1,576	\$1,598	\$1,620	\$1,642	\$1,664	\$1,687	\$1,710
Avoided damages to Parks and Utilities	\$0	\$0	\$8,606	\$25,819	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032
Environmental Values	\$0	\$0	\$123,094	\$396,571	\$656,403	\$818,877	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051
Total Gross Ecosystem Annual Service Gains (+)	\$0	\$0	\$134,010	\$402,029	\$670,048	\$832,522	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696
Total Ecosystem Annual Services Displaced (-)	\$0	\$0	\$10,916	\$5,458	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645
Net Ecosystem Annual Service Gains	\$0	\$0	\$123,094	\$396,571	\$656,403	\$818,877	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051
Social Values											
Educational/Environmental Stewardship	\$31,029	\$31,029	\$35,452	\$35,452	\$35,452	\$35,452	\$35,452	\$35,452	\$35,452	\$35,452	\$29,187
Recreation	\$0	\$0	\$198,210	\$594,630	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050
Economic Revitalization Benefits											
Property Value Impacts ((Distance and Beach Width))	\$0	\$0	\$66,660	\$199,980	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300
Total Benefits	\$31,029	\$31,029	\$640,479	\$1,879,823	\$3,108,212	\$29,770,259	\$3,551,926	\$3,397,413	\$3,402,553	\$30,063,536	\$3,406,677
Benefits less Costs	-\$7,785,583	-\$7,785,583	-\$29,927,828	-\$29,070,894	-\$12,565,720	\$28,971,938	\$3,106,436	\$2,805,196	\$2,453,350	\$29,848,093	\$3,406,677

Declaración de recursos del proyecto – Años 11 - 20

Living Breakwaters Project - BCA Project Resource Statement										
constant 2020 US Dollars										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
HUD Guidance Categories	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
LIFECYCLE COSTS										
Project Investment Costs	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Operations & Maintenance	\$217,318	\$0	\$1,205,171	\$0	\$244,593	\$0	\$259,488	\$917,038	\$183,528	\$0
Total Costs	\$217,318	\$0	\$1,205,171	\$0	\$244,593	\$0	\$259,488	\$917,038	\$183,528	\$0
BENEFITS										
Resiliency Values	\$1,124,411	\$1,287,376	\$27,627,326	\$1,134,539	\$1,297,532	\$1,141,625	\$1,145,363	\$1,308,747	\$1,152,928	\$1,156,811
Avoided Property Damages	\$277,365	\$280,013	\$282,686	\$285,385	\$288,110	\$290,860	\$293,637	\$296,440	\$299,271	\$302,128
Avoided Casualties (Mortality & Injuries)	\$275,198	\$275,452	\$275,707	\$275,961	\$276,189	\$276,567	\$276,946	\$277,326	\$277,706	\$278,115
Avoided Mental Health Treatment Costs	\$47,401	\$47,444	\$47,488	\$47,532	\$47,571	\$47,636	\$47,702	\$47,767	\$47,833	\$47,903
Avoided Lost Productivity Costs	\$106,277	\$106,375	\$106,474	\$106,572	\$106,660	\$106,806	\$106,952	\$107,099	\$107,246	\$107,404
Avoided shoreline erosion/dune reconstruction costs	\$219,592	\$379,209	\$26,715,783	\$219,592	\$379,209	\$219,592	\$219,592	\$379,209	\$219,592	\$219,592
Avoided displacement/disruption costs	\$22,143	\$22,219	\$22,295	\$22,372	\$22,448	\$22,526	\$22,603	\$22,681	\$22,758	\$22,837
Avoided Road Closure/Travel Disruption costs	\$27,264	\$27,289	\$27,315	\$27,340	\$27,362	\$27,400	\$27,437	\$27,475	\$27,513	\$27,553
Avoided Cost of Power Outages	\$97,800	\$97,891	\$97,981	\$98,071	\$98,152	\$98,287	\$98,422	\$98,556	\$98,692	\$98,837
Avoided Automobile Damages	\$6,056	\$6,139	\$6,224	\$6,310	\$6,397	\$6,485	\$6,575	\$6,666	\$6,758	\$6,851
Avoided Debris Removal	\$549	\$555	\$561	\$566	\$572	\$578	\$584	\$590	\$596	\$602
Avoided Emergency Repairs	\$1,734	\$1,757	\$1,781	\$1,806	\$1,831	\$1,856	\$1,881	\$1,907	\$1,933	\$1,959
Avoided damages to Parks and Utilities	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032
Environmental Values	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051
Total Gross Ecosystem Annual Service Gains (+)	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696
Total Ecosystem Annual Services Displaced (-)	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645
Net Ecosystem Annual Service Gains	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051
Social Values										
Educational/Environmental Stewardship	\$29,187	\$29,187	\$29,187	\$29,187	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Recreation	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050
Economic Revitalization Benefits										
Property Value Impacts ([Distance and Beach Width])	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300
Total Benefits	\$3,409,999	\$3,572,964	\$29,912,914	\$3,420,127	\$3,553,933	\$3,398,026	\$3,401,764	\$3,565,148	\$3,409,329	\$3,413,212
Benefits less Costs	\$3,192,681	\$3,572,964	\$28,707,743	\$3,420,127	\$3,309,341	\$3,398,026	\$3,142,276	\$2,648,110	\$3,225,801	\$3,413,212

Declaración de recursos del proyecto – Años 21 - 30

Living Breakwaters Project - BCA Project Resource Statement										
constant 2020 US Dollars										
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
HUD Guidance Categories	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
LIFECYCLE COSTS										
Project Investment Costs	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Operations & Maintenance	\$194,704	\$0	\$406,098	\$0	\$219,141	\$0	\$232,487	\$478,924	\$0	\$416,403
Total Costs	\$194,704	\$0	\$406,098	\$0	\$219,141	\$0	\$232,487	\$478,924	\$0	\$416,403
BENEFITS										
Resiliency Values	\$1,320,494	\$1,164,974	\$1,169,103	\$1,332,880	\$1,177,457	\$1,181,518	\$1,345,227	\$1,189,736	\$1,193,894	\$1,357,702
Avoided Property Damages	\$305,012	\$307,924	\$310,864	\$313,832	\$316,828	\$319,853	\$322,906	\$325,989	\$329,101	\$332,243
Avoided Casualties (Mortality & Injuries)	\$278,599	\$279,085	\$279,571	\$280,059	\$280,547	\$280,954	\$281,362	\$281,770	\$282,180	\$282,589
Avoided Mental Health Treatment Costs	\$47,986	\$48,070	\$48,154	\$48,238	\$48,322	\$48,392	\$48,462	\$48,533	\$48,603	\$48,674
Avoided Lost Productivity Costs	\$107,591	\$107,778	\$107,966	\$108,154	\$108,343	\$108,500	\$108,658	\$108,815	\$108,973	\$109,132
Avoided shoreline erosion/dune reconstruction costs	\$379,209	\$219,592	\$219,592	\$379,209	\$219,592	\$219,592	\$379,209	\$219,592	\$219,592	\$379,209
Avoided displacement/disruption costs	\$22,915	\$22,994	\$23,073	\$23,152	\$23,231	\$23,311	\$23,391	\$23,472	\$23,552	\$23,633
Avoided Road Closure/Travel Disruption costs	\$27,601	\$27,649	\$27,698	\$27,746	\$27,794	\$27,834	\$27,875	\$27,915	\$27,956	\$27,996
Avoided Cost of Power Outages	\$99,009	\$99,182	\$99,354	\$99,528	\$99,701	\$99,846	\$99,991	\$100,136	\$100,281	\$100,427
Avoided Automobile Damages	\$6,946	\$7,042	\$7,139	\$7,237	\$7,337	\$7,439	\$7,541	\$7,645	\$7,751	\$7,858
Avoided Debris Removal	\$608	\$614	\$620	\$626	\$633	\$639	\$645	\$652	\$659	\$665
Avoided Emergency Repairs	\$1,986	\$2,013	\$2,041	\$2,069	\$2,097	\$2,126	\$2,155	\$2,184	\$2,214	\$2,244
Avoided damages to Parks and Utilities	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032
Environmental Values	\$932,051									
Total Gross Ecosystem Annual Service Gains (+)	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696
Total Ecosystem Annual Services Displaced (-)	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645
Net Ecosystem Annual Service Gains	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051
Social Values										
Educational/Environmental Stewardship	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Recreation	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050
Economic Revitalization Benefits										
Property Value Impacts ([Distance and Beach Width])	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300
Total Benefits	\$3,576,895	\$3,421,376	\$3,425,504	\$3,589,281	\$3,433,858	\$3,437,919	\$3,601,628	\$3,446,137	\$3,450,295	\$3,614,103
Benefits less Costs	\$3,382,190	\$3,421,376	\$3,019,407	\$3,589,281	\$3,214,716	\$3,437,919	\$3,369,141	\$2,967,213	\$3,450,295	\$3,197,700

Declaración de recursos del proyecto – Años 31 - 40

Living Breakwaters Project - BCA Project Resource Statement										
constant 2020 US Dollars										
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
HUD Guidance Categories	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
LIFECYCLE COSTS										
Project Investment Costs	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Operations & Maintenance	\$0	\$416,403	\$221,028	\$214,544	\$0	\$214,544	\$0	\$214,544	\$0	\$559,611
Total Costs	\$0	\$416,403	\$221,028	\$214,544	\$0	\$214,544	\$0	\$214,544	\$0	\$559,611
BENEFITS										
Resiliency Values	\$1,202,292	\$1,206,532	\$1,370,422	\$1,215,113	\$1,219,456	\$1,382,637	\$1,226,620	\$1,230,254	\$1,393,539	\$1,237,626
Avoided Property Damages	\$335,415	\$338,617	\$341,850	\$345,114	\$348,409	\$351,735	\$355,093	\$358,483	\$361,906	\$365,361
Avoided Casualties (Mortality & Injuries)	\$282,990	\$283,392	\$283,794	\$284,196	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599
Avoided Mental Health Treatment Costs	\$48,743	\$48,812	\$48,881	\$48,950	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020
Avoided Lost Productivity Costs	\$109,286	\$109,441	\$109,597	\$109,752	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908
Avoided shoreline erosion/dune reconstruction costs	\$219,592	\$219,592	\$379,209	\$219,592	\$219,592	\$379,209	\$219,592	\$219,592	\$379,209	\$219,592
Avoided displacement/disruption costs	\$23,714	\$23,796	\$23,877	\$23,959	\$24,042	\$24,124	\$24,207	\$24,290	\$24,374	\$24,457
Avoided Road Closure/Travel Disruption costs	\$28,036	\$28,076	\$28,116	\$28,156	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196
Avoided Cost of Power Outages	\$100,569	\$100,712	\$100,855	\$100,998	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141
Avoided Automobile Damages	\$7,966	\$8,076	\$8,188	\$8,301	\$8,416	\$8,532	\$8,650	\$8,769	\$8,890	\$9,013
Avoided Debris Removal	\$672	\$679	\$686	\$693	\$700	\$707	\$714	\$721	\$728	\$736
Avoided Emergency Repairs	\$2,275	\$2,306	\$2,338	\$2,370	\$2,402	\$2,435	\$2,468	\$2,502	\$2,536	\$2,571
Avoided damages to Parks and Utilities	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032
Environmental Values	\$932,051									
Total Gross Ecosystem Annual Service Gains (+)	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696
Total Ecosystem Annual Services Displaced (-)	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645
Net Ecosystem Annual Service Gains	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051
Social Values										
Educational/Environmental Stewardship	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Recreation	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050
Economic Revitalization Benefits										
Property Value Impacts ([Distance and Beach Width])	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300
Total Benefits	\$3,458,693	\$3,462,933	\$3,626,823	\$3,471,514	\$3,475,857	\$3,639,038	\$3,483,021	\$3,486,655	\$3,649,940	\$3,494,027
Benefits less Costs	\$3,458,693	\$3,046,530	\$3,405,795	\$3,256,970	\$3,475,857	\$3,424,494	\$3,483,021	\$3,272,110	\$3,649,940	\$2,934,417

Declaración de recursos del proyecto – Años 41 - 50

Living Breakwaters Project - BCA Project Resource Statement										
constant 2020 US Dollars										
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
HUD Guidance Categories	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070
LIFECYCLE COSTS										
Project Investment Costs	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Operations & Maintenance	\$0	\$559,611	\$297,043	\$288,330	\$0	\$288,330	\$0	\$288,330	\$0	\$738,590
Total Costs	\$0	\$559,611	\$297,043	\$288,330	\$0	\$288,330	\$0	\$288,330	\$0	\$738,590
BENEFITS										
Resiliency Values	\$1,241,365	\$1,404,757	\$1,248,952	\$1,252,800	\$1,416,301	\$1,260,606	\$1,264,566	\$1,428,180	\$1,272,600	\$1,276,675
Avoided Property Damages	\$368,849	\$372,371	\$375,926	\$379,515	\$383,138	\$386,796	\$390,489	\$394,217	\$397,981	\$401,780
Avoided Casualties (Mortality & Injuries)	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599	\$284,599
Avoided Mental Health Treatment Costs	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020	\$49,020
Avoided Lost Productivity Costs	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908	\$109,908
Avoided shoreline erosion/dune reconstruction costs	\$219,592	\$379,209	\$219,592	\$219,592	\$379,209	\$219,592	\$219,592	\$379,209	\$219,592	\$219,592
Avoided displacement/disruption costs	\$24,541	\$24,626	\$24,710	\$24,795	\$24,880	\$24,966	\$25,051	\$25,137	\$25,224	\$25,310
Avoided Road Closure/Travel Disruption costs	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196	\$28,196
Avoided Cost of Power Outages	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141	\$101,141
Avoided Automobile Damages	\$9,137	\$9,263	\$9,391	\$9,521	\$9,652	\$9,786	\$9,921	\$10,058	\$10,197	\$10,337
Avoided Debris Removal	\$743	\$751	\$758	\$766	\$774	\$781	\$789	\$797	\$805	\$813
Avoided Emergency Repairs	\$2,606	\$2,642	\$2,678	\$2,715	\$2,752	\$2,790	\$2,828	\$2,866	\$2,906	\$2,945
Avoided damages to Parks and Utilities	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032	\$43,032
Environmental Values	\$932,051									
Total Gross Ecosystem Annual Service Gains (+)	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696	\$945,696
Total Ecosystem Annual Services Displaced (-)	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645	\$13,645
Net Ecosystem Annual Service Gains	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051	\$932,051
Social Values										
Educational/Environmental Stewardship	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Recreation	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050	\$991,050
Economic Revitalization Benefits										
Property Value Impacts ([Distance and Beach Width])	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300	\$333,300
Total Benefits	\$3,497,766	\$3,661,158	\$3,505,353	\$3,509,201	\$3,672,702	\$3,517,007	\$3,520,967	\$3,684,581	\$3,529,001	\$3,533,076
Benefits less Costs	\$3,497,766	\$3,101,547	\$3,208,310	\$3,220,871	\$3,672,702	\$3,228,678	\$3,520,967	\$3,396,252	\$3,529,001	\$2,794,486

APÉNDICE A
MEMORANDO: DESEMPEÑO DE ATENUACIÓN DE OLAS CON
AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

LIVING BREAKWATERS

SCAPE LANDSCAPE ARCHITECTURE D.P.C.

COWI NORTH AMERICA, INC. | ARCADIS OF NEW YORK, INC. | SEARC ECOLOGICAL MARINE CONSULTING, LTD.
WSP USA INC. | LOT-EK CORP. | MFS CONSULTING ENGINEERS AND SURVEYORS, D.P.C.
PRUDENT ENGINEERING LLP | ROBERT SILMAN ASSOCIATES STRUCTURAL ENGINEERS, D.P.C.

Esta es una traducción del documento técnico original en inglés, provisto únicamente con fines informativos. Esta traducción no deberá usarse para fines de ingeniería u otros fines técnicos.

MEMO

Fecha: 25 nov 2020
De: Pippa Brashear (SCAPE), Joe Marrone (ARCADIS)
Para: Scott Narod (GOSR)
Cc: Joe Silva, John Bazzoni (COWI)
Asunto: **IFC de Rompeolas: desempeño de atenuación de olas con aumento del nivel del mar**

Estimado Scott,

Según lo solicitado, el equipo de diseño ha evaluado el desempeño del diseño de Publicado para Construcción (IFC, en inglés) de Rompeolas Viviente respecto de las condiciones de diseño de olas y diversos escenarios de aumento del nivel del mar (SLR, en inglés). El fin de esta evaluación es determinar cuán efectivos serán los rompeolas para atenuar el oleaje de tormenta en el futuro con SLR.

La efectividad de la reducción del oleaje de tormenta se midió al igual que la capacidad de los rompeolas de continuar cumpliendo con los objetivos de desempeño del proyecto de reducir el oleaje de tormenta a menos de 3 pies de altura en infraestructura o estructuras residenciales dentro del área de proyecto. Es importante destacar que la reducción de oleaje de tormenta es solo una de las metas del proyecto de Rompeolas Viviente. Otras metas incluyen mejorar las funciones de hábitat; promover la administración, uso recreativo y educación; y reducir el riesgo a través de la disminución o reversión de las tendencias del litoral a largo plazo, todas las cuales continúan encontrando un SLR mayor. El otro componente de reducción de riesgo: reducción o reversión de la erosión, si bien no se analiza aquí, análisis previos indican que el diseño publicado para construcción brinda un desempeño efectivo de reducción o reversión de la erosión con un SLR de hasta 2.5 pies.

Método

Para poder probar el desempeño de atención de olas por sobre el rango de los escenarios de SLR, Arcadis usó el modelo numérico FUNWAVE. La configuración de la herramienta y el modelo fueron consistentes con los análisis anteriores llevados a cabo durante las fases de Diseño Final e ingeniería de valores del proyecto. Se consideraron dos direcciones de

oleaje, desde el este (altura significativa del oleaje de 5.3 pies) y este sur este (altura significativa del oleaje de 4.2 pies). Para una explicación de las direcciones de oleaje y alturas utilizadas, consultar el Informe de Modelado de Diseño Final presentado el 15 de noviembre de 2018. Para esta fase del trabajo, el nivel de agua se varió para tener en cuenta el SLR (ver a continuación). Para esta evaluación, se corrió el modelo con las dunas temporarias incluidas en la topografía.

Tabla 1 - Niveles de agua

Probabilidad Anual del 1% de Elevación de Agua Estancada al Día de Hoy (pies – NAVD88)	SLR (pies)	Escenario SLR de elevación de agua estancada (pies – NAVD88)
12.9	0.5	13.4
12.9	1.0	13.9
12.9	1.75	14.65

Resultados y análisis

Los resultados de modelos fueron consistentes con modelos anteriores, en línea con las expectativas y no se notaron áreas de desempeño no esperado. Los modelos indicaron que la alineación IFC del rompeolas cumpliría con los criterios de desempeño de atenuación de oleaje a que olas de menos de 3 pies alcanzaran la infraestructura o residencias durante el evento de la probabilidad anual de tormenta del 1% para escenarios de SLR de hasta 1 pie. Para el escenario de SLR de 1.75-pies, las olas de 3 pies llegaron justo al final de Sprague Avenue, y por esto se determinó que no se cumplía de manera estricta la meta de desempeño. Debe tenerse en cuenta que los rompeolas continuarán brindando beneficios significativos de reducción de oleaje (en comparación a un escenario sin rompeolas) cuando el SLR exceda 1.0 pie. Los modelos indican que incluso en el escenario de SLR de 1.75-pies los rompeolas reducirán de manera aún significativa las alturas del oleaje en el área del proyecto. Sin embargo, ya no cumplirán estrictamente con la meta de desempeño específica identificada para el diseño de proyecto.

El Panel sobre Cambio Climático de la Ciudad de Nueva York (New York City Panel on Climate Change, NPCC) prepara proyecciones para el aumento del nivel del mar para la Ciudad de Nueva York. Un pie de SLR se encuentra dentro del rango medio (percentil 25-75) de la proyección de SLR del NPCC para 2050 o un estimado bajo (percentil 10) para

2080 [Vivien Gornitz](#), [Michael Oppenheimer](#), [Robert Kopp](#), [Philip Orton](#), [Maya Buchanan](#), [Ning Lin](#), [Radley Horton](#), [Daniel Bader](#). New York City Panel on Climate Change 2019 Report Chapter 3: Sea Level Rise. Annals of the New York Academy of Sciences, marzo 2019. <https://doi.org/10.1111/nyas.14006>).

ADJUNTOS:

1. Resultados de modelado FUNWAVE para alineación IFC de rompeolas y escenarios de SLR.

ROMPEOLAS VIVIENTE

Publicado para Diseño de construcción de rompeolas
Evaluación de desempeño de aumento del nivel del mar
Resultados de modelado FUNWAVE

- › FUNWAVE es un modelo de olas tipo Boussinesq que resuelve ecuaciones hidrodinámicas de tipo Boussinesq para olas y corrientes desde aguas profundas hasta la zona de saca y resaca. Fue desarrollado por la Universidad de Delaware y es adecuado para modelado de olas cerca de rompeolas.
- › FUNWAVE requiere la siguiente información:
 - Altura del oleaje y período de olas generado por un límite de marcador de olas.
 - Condiciones del límite lateral de capas de esponja.
 - Grilla computacional y batimetría
 - Nivel de agua
- › En base al análisis de frecuencia direccional y elevaciones de olas de los datos retrospectivos de olas de 30 años del modelo de transformación de olas, las direcciones este (E) y este-sureste (ESE) son las direcciones máximas y dominantes de olas.

Suposiciones / Fuentes de datos

LIVING BREAKWATERS

- › Se asignaron batimetría y topografía a la grilla computacional en base a las siguientes fuentes:
 - › Estudio costero de batimetría/topografía NJ - FEMA PFIRM (FEMA, 2014a)
 - › Batimetría – Estudio batimétrico con ecosonda multihaz y estudios transversales de playa en los alrededores de las alineaciones iniciales
 - › de Rompeolas Vivientes (Hill International, 2015; MFS, 2015)
 - › Topografía
 - › NYC 2010 1-foot LiDAR (NYCDOITT, 2012)
 - › NYC 2014 1-foot LiDAR (NYCDOITT, 2014)
- › Para el diseño de rompeolas Publicado para Construcción (IFC, en inglés), se verificó el desempeño de las olas usando NYC 2014 1-foot LiDAR (NYCDOITT, 2014). El LiDAR 2014 incluye el sistema de dunas temporario instalado en el área de proyecto posterior a la Supertormenta Sandy.
- › Si bien usar el LiDAR 2010 brindaría un enfoque levemente conservador, usar el LiDAR 2014 brinda una evaluación realista dado que es probable que las dunas temporarias permanezcan en el lugar o que el Protección del Litoral de Tottenville (Tottenville Shoreline Protection Project, TSPP) brinde protección del litoral al menos equivalente al sistema de dunas temporario existente.

Suposiciones / Fuentes de datos

- › Por favor consultar el Informe de Modelado de Diseño Definitivo, 16 de noviembre de 2018, para información más detallada en la iniciativa de modelado.
- › Para poder evaluar el desempeño futuro de rompeolas con un aumento del nivel del mar (SLR, en inglés), se evaluaron los siguientes escenarios de nivel del agua para el diseño IFC de rompeolas:

Probabilidad Anual del 1% de Elevación de Agua Estancada al Día de Hoy (pies – NAVD88)	SLR (pies)	Escenario SLR de elevación de agua estancada (pies – NAVD88)
12.9	0.5	13.4
12.9	1.0	13.9
12.9	1.75	14.65

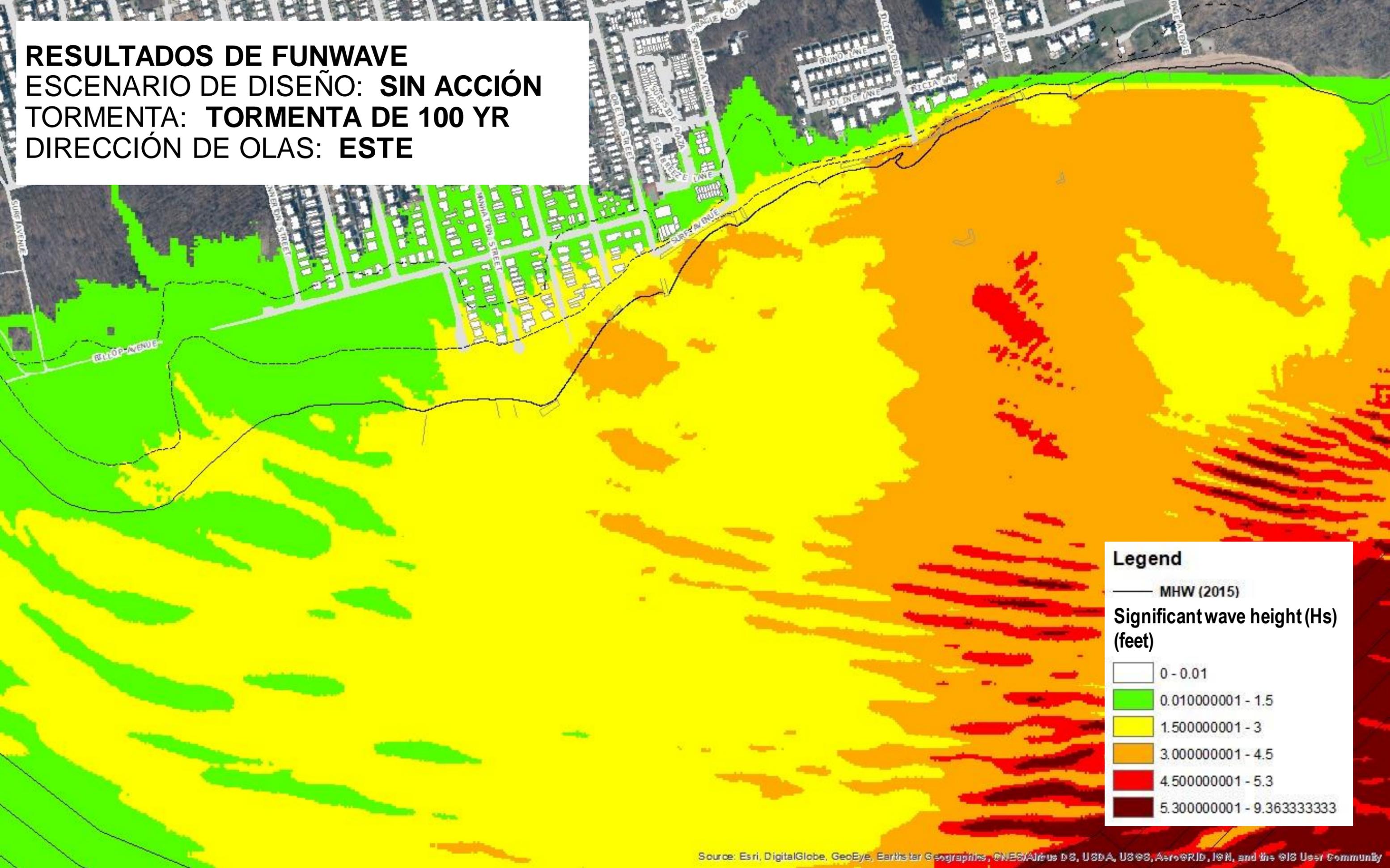
RESULTADOS DE FUNWAVE: Escenario sin acción

Probabilidad anual de tormenta del 1% (SRL 0)

Olas desde el E y ESE

NYC 2010 1-foot LiDAR (Dunas temporarias no colocadas)

RESULTADOS DE FUNWAVE
ESCENARIO DE DISEÑO: SIN ACCIÓN
TORMENTA: TORMENTA DE 100 YR
DIRECCIÓN DE OLAS: ESTE



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

RESULTDOS DE FUNWAVE: ALINEACIÓN PUBLICADA PARA CONSTRUCCIÓN (IFC)

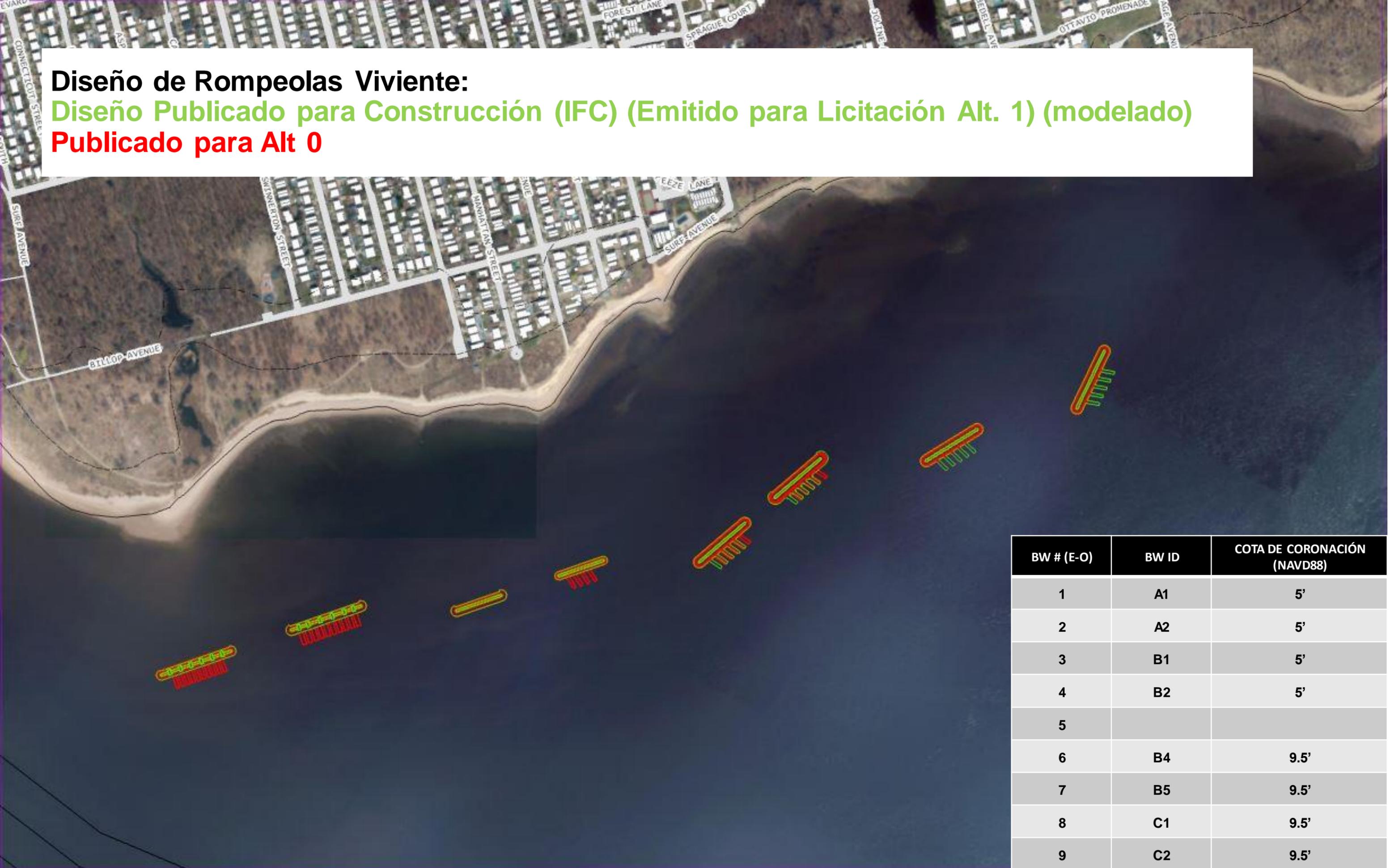
Probabilidad anual de tormenta del 1%

Sin SLR; SLR 0.5 pies; SLR 1.00 pie; SLR 1.75 pies

Olas desde el E y ESE

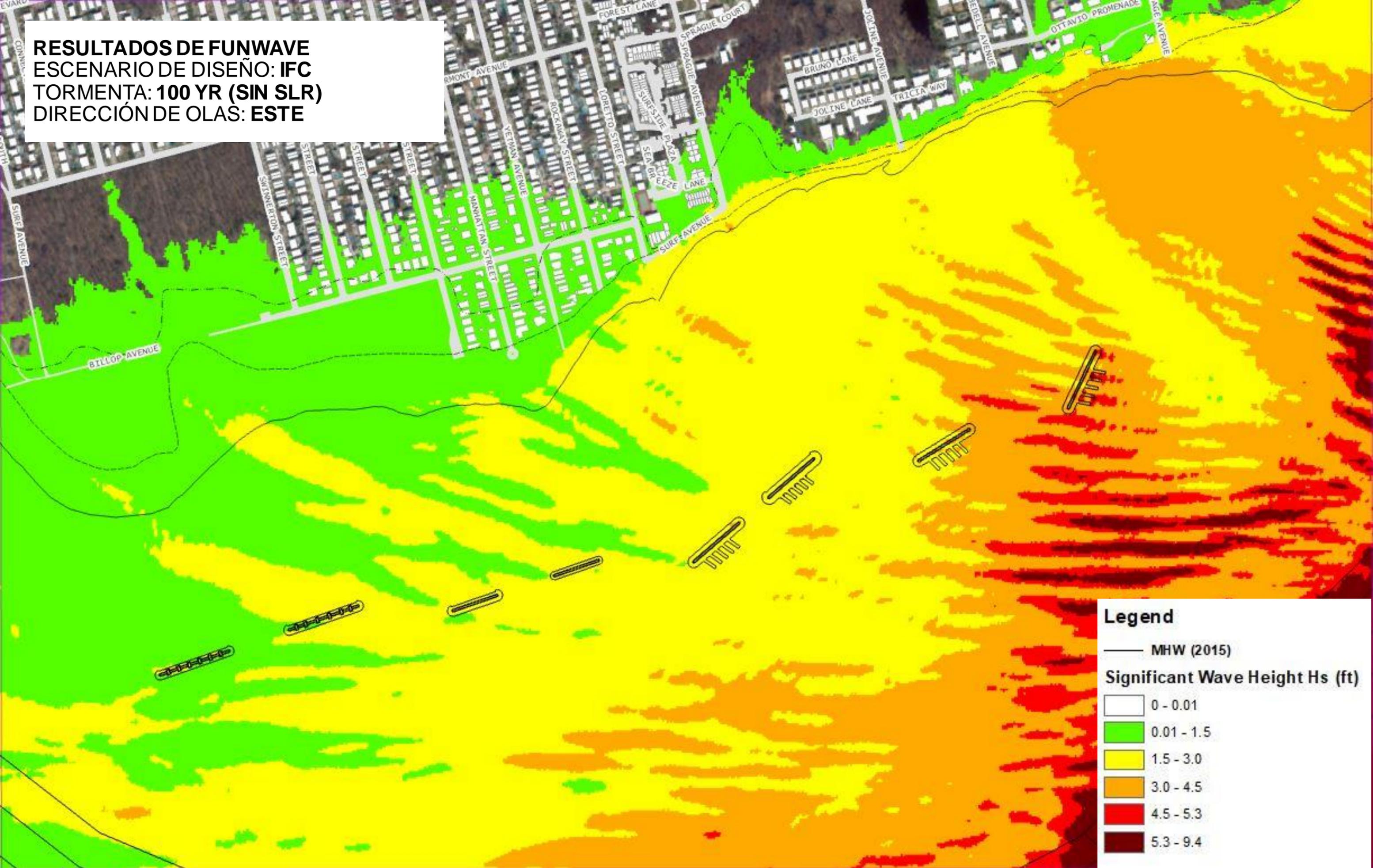
2014 1-foot LiDAR (Dunas temporarias colocadas)

Diseño de Rompeolas Viviente:
Diseño Publicado para Construcción (IFC) (Emitido para Licitación Alt. 1) (modelado)
Publicado para Alt 0



BW # (E-O)	BW ID	COTA DE CORONACIÓN (NAVD88)
1	A1	5'
2	A2	5'
3	B1	5'
4	B2	5'
5		
6	B4	9.5'
7	B5	9.5'
8	C1	9.5'
9	C2	9.5'

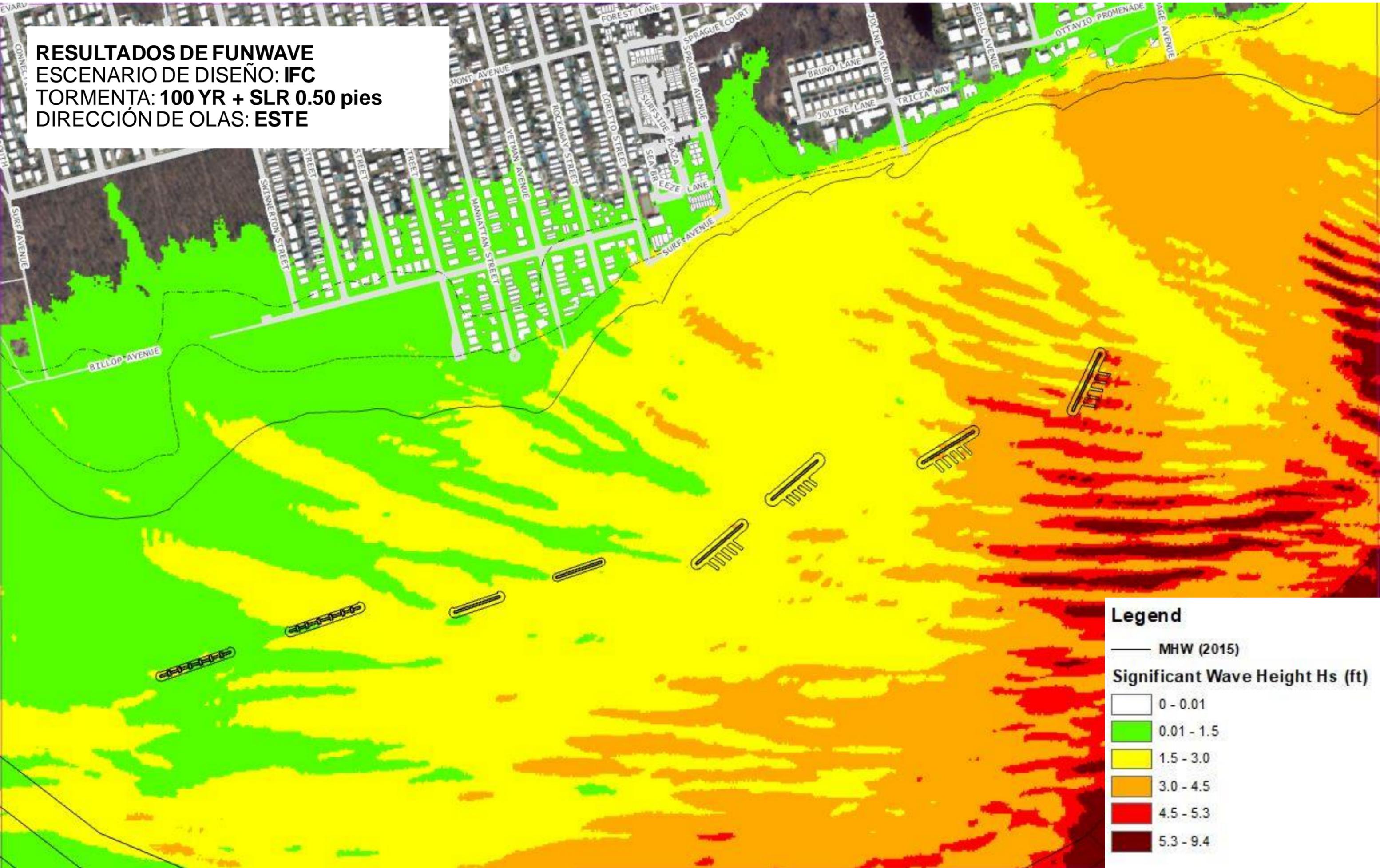
RESULTADOS DE FUNWAVE
ESCENARIO DE DISEÑO: IFC
TORMENTA: 100 YR (SIN SLR)
DIRECCIÓN DE OLAS: ESTE



Legend

- MHW (2015)
- Significant Wave Height Hs (ft)**
- 0 - 0.01
- 0.01 - 1.5
- 1.5 - 3.0
- 3.0 - 4.5
- 4.5 - 5.3
- 5.3 - 9.4

RESULTADOS DE FUNWAVE
ESCENARIO DE DISEÑO: IFC
TORMENTA: 100 YR + SLR 0.50 pies
DIRECCIÓN DE OLAS: ESTE



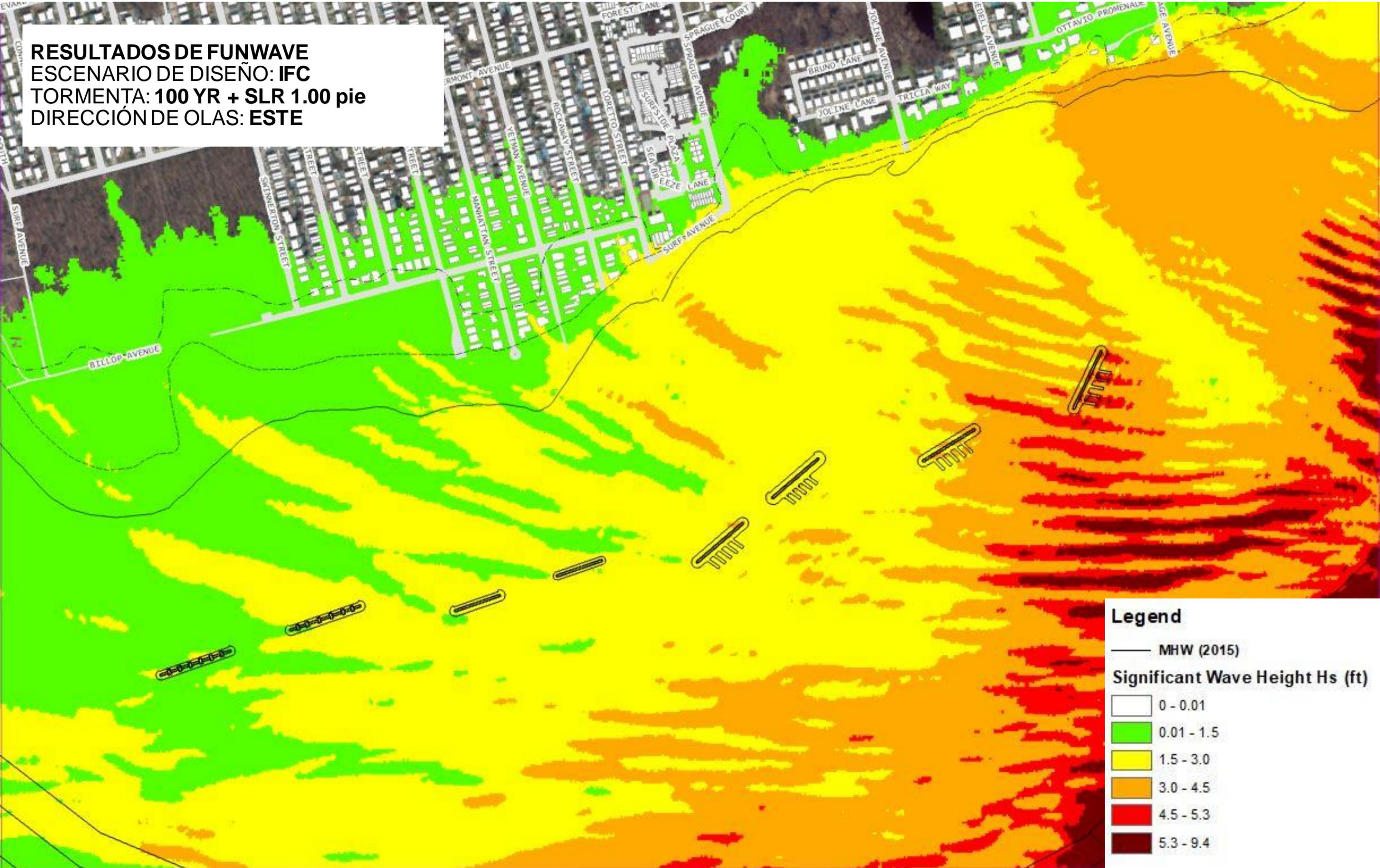
Legend

— MHW (2015)

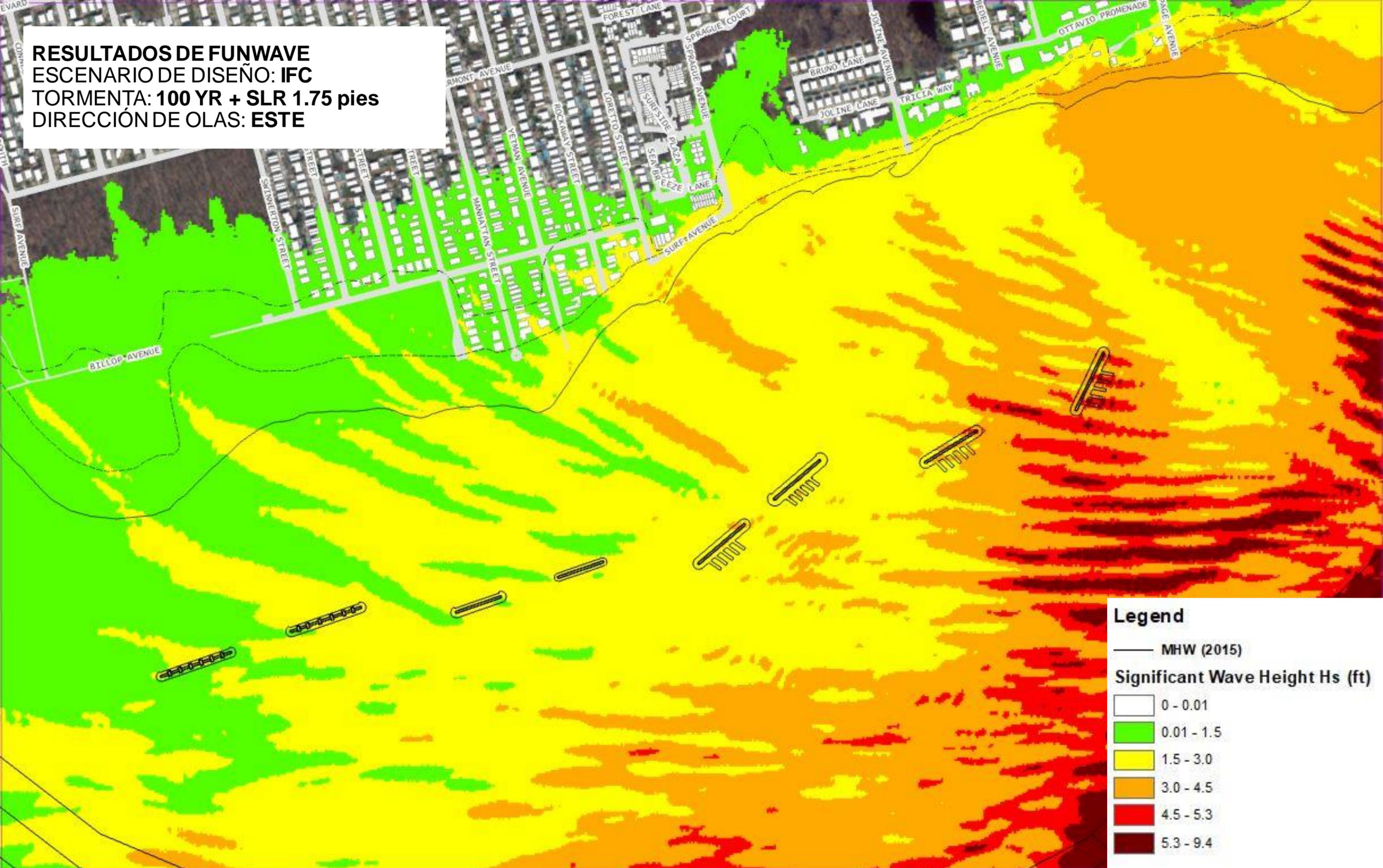
Significant Wave Height Hs (ft)

0 - 0.01
0.01 - 1.5
1.5 - 3.0
3.0 - 4.5
4.5 - 5.3
5.3 - 9.4

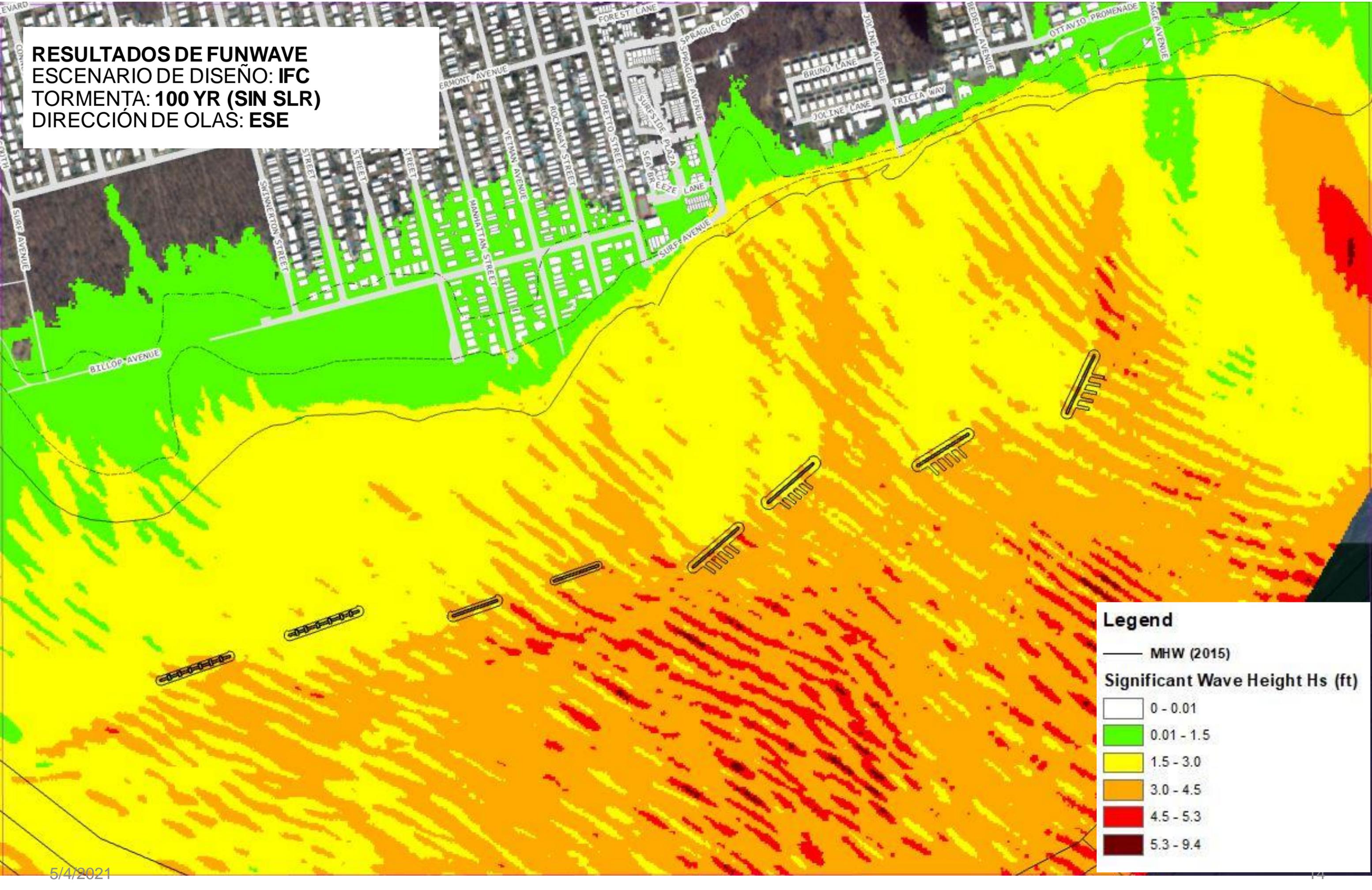
RESULTADOS DE FUNWAVE
ESCENARIO DE DISEÑO: IFC
TORMENTA: 100 YR + SLR 1.00 pie
DIRECCIÓN DE OLAS: ESTE



RESULTADOS DE FUNWAVE
ESCENARIO DE DISEÑO: IFC
TORMENTA: 100 YR + SLR 1.75 pies
DIRECCIÓN DE OLAS: ESTE



RESULTADOS DE FUNWAVE
ESCENARIO DE DISEÑO: IFC
TORMENTA: 100 YR (SIN SLR)
DIRECCIÓN DE OLAS: ESE



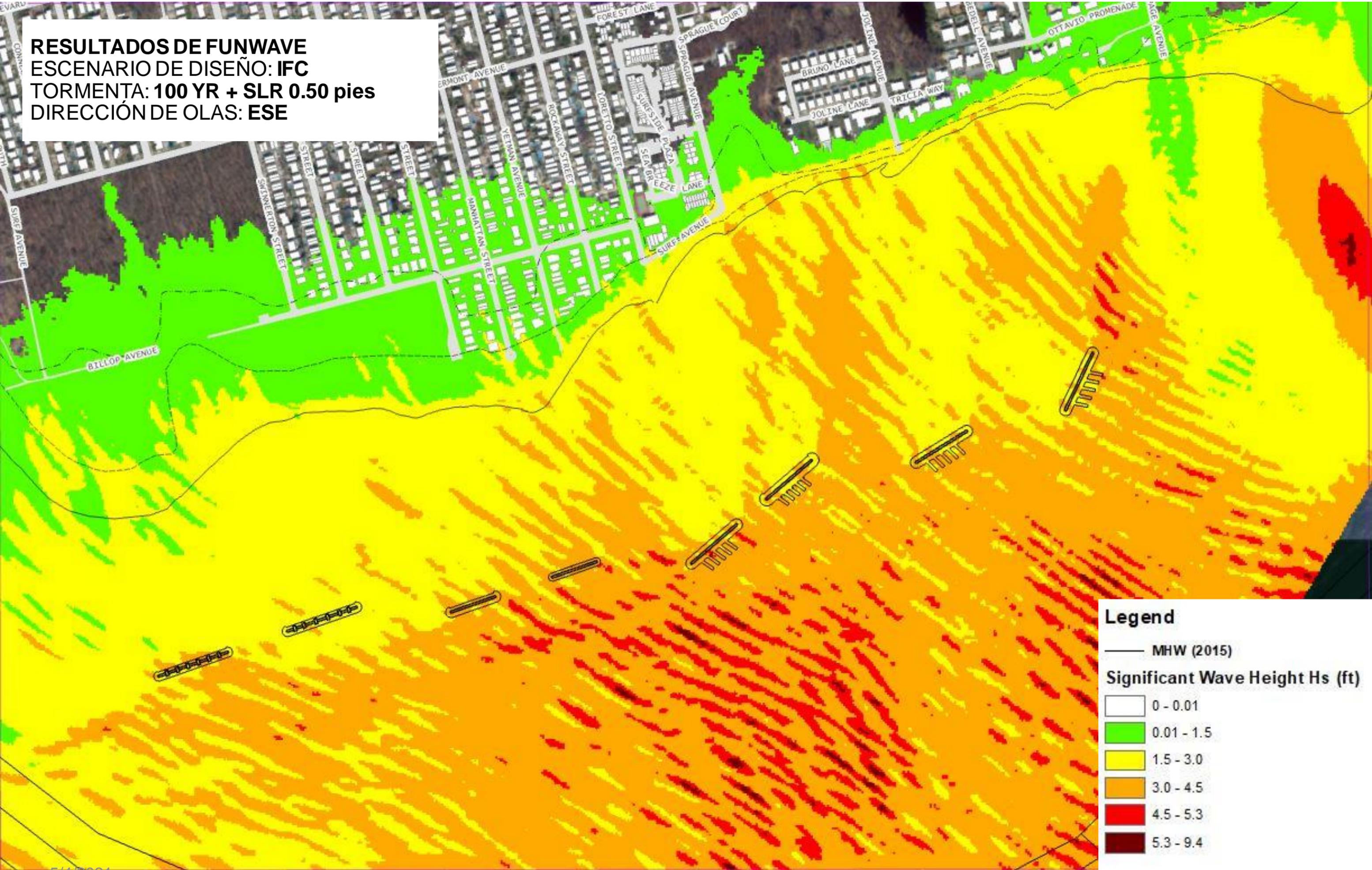
Legend

— MHW (2015)

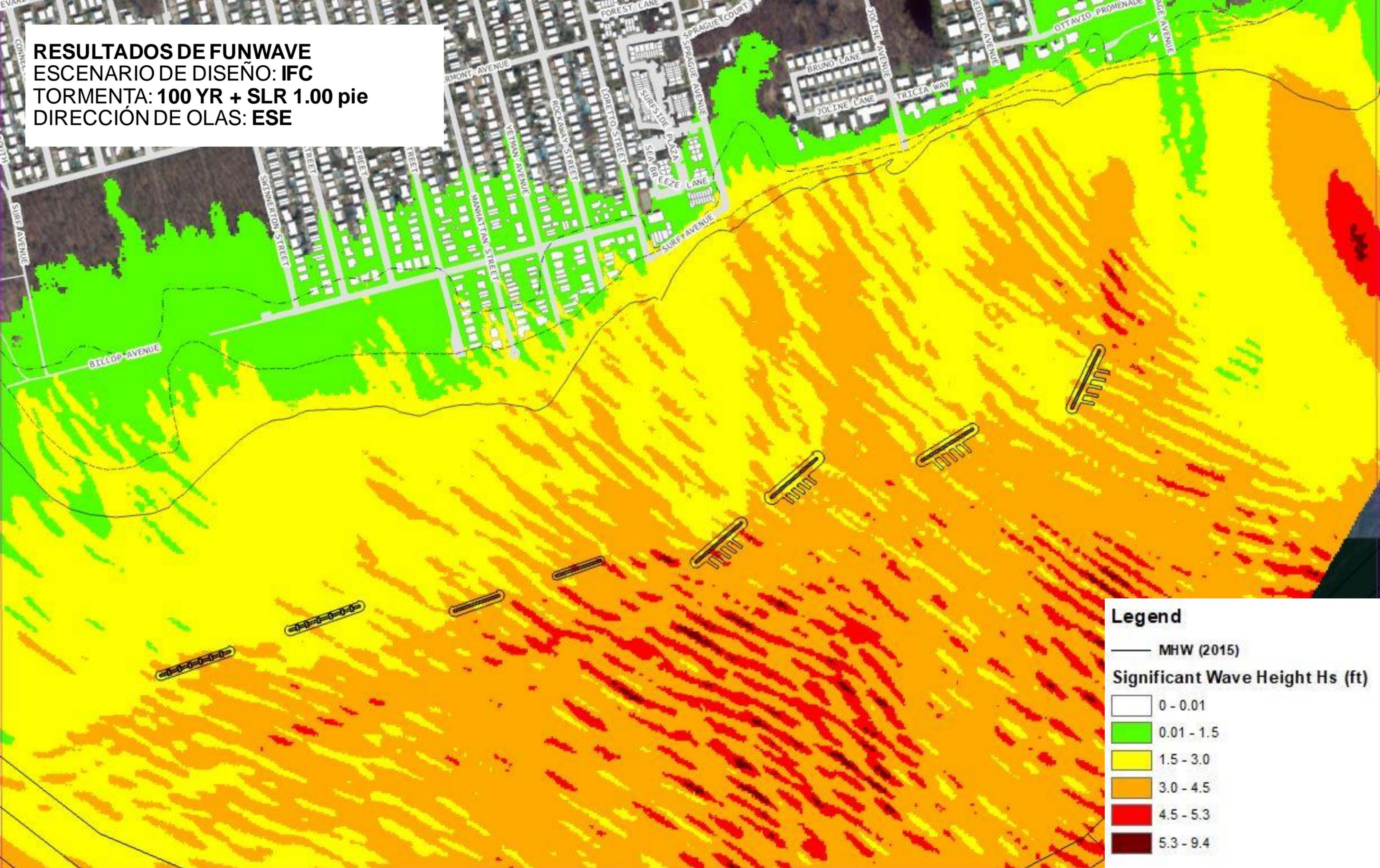
Significant Wave Height Hs (ft)

0 - 0.01
0.01 - 1.5
1.5 - 3.0
3.0 - 4.5
4.5 - 5.3
5.3 - 9.4

RESULTADOS DE FUNWAVE
ESCENARIO DE DISEÑO: IFC
TORMENTA: 100 YR + SLR 0.50 pies
DIRECCIÓN DE OLAS: ESE



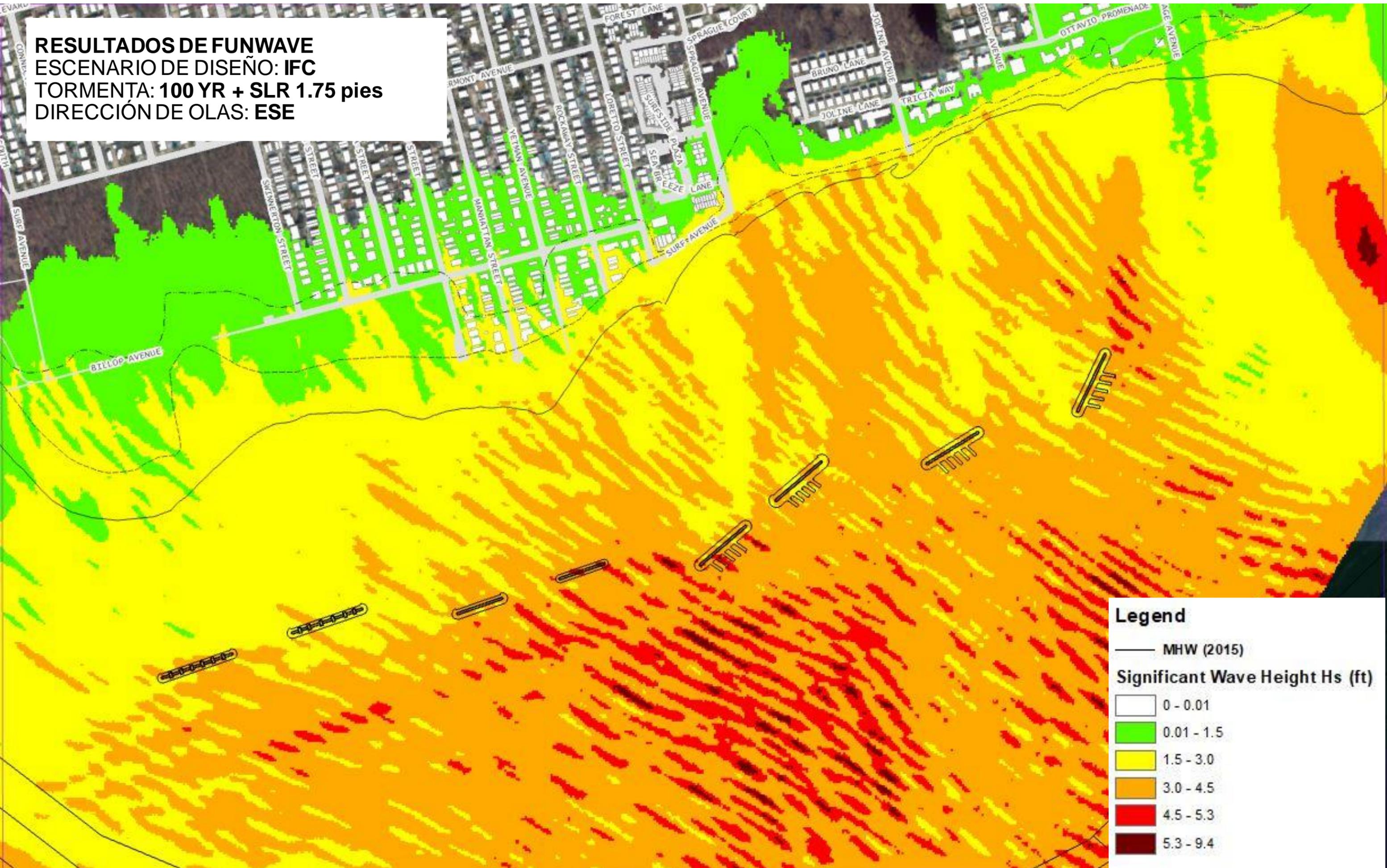
RESULTADOS DE FUNWAVE
ESCENARIO DE DISEÑO: IFC
TORMENTA: 100 YR + SLR 1.00 pie
DIRECCIÓN DE OLAS: ESE



Legend

- MHW (2015)
- Significant Wave Height H_s (ft)
- 0 - 0.01
- 0.01 - 1.5
- 1.5 - 3.0
- 3.0 - 4.5
- 4.5 - 5.3
- 5.3 - 9.4

RESULTADOS DE FUNWAVE
ESCENARIO DE DISEÑO: IFC
TORMENTA: 100 YR + SLR 1.75 pies
DIRECCIÓN DE OLAS: ESE



Legend

— MHW (2015)

Significant Wave Height Hs (ft)

0 - 0.01
0.01 - 1.5
1.5 - 3.0
3.0 - 4.5
4.5 - 5.3
5.3 - 9.4

APPENDIX B

IMPACT ANALYSIS MAPS



Living Breakwaters	Building Use
Existing Dunes	One or Two Family House
Potentially Impacted Building	Apartment or Condominium
	Restaurant
	Recreation
	School

Overview
1 of 3

Sources: NYC Planning, NYC DoITT, SCAPE

Coordinate System:
NAD 1983 StatePlane New York Long Island FIPS 3104 Feet
Datum: North American 1983

March 24, 2021



Living Breakwaters Project Overview

0 200 400 600 800 1,000 Feet



	Living Breakwaters	Building Use	
	Existing Dunes		One or Two Family House
	Potentially Impacted Building		Apartment or Condominium
	New House Construction		Restaurant
	Demolished House		Recreation
			School

Analysis Area South
2 of 3

Sources: NYC Planning, NYC DoITT, SCAPE

Coordinate System:
 NAD 1983 StatePlane New York Long Island FIPS 3104 Feet
 Datum: North American 1983

March 24, 2021



Living Breakwaters Project Overview

0 200 400 Feet



	Living Breakwaters	Building Use	
	Existing Dunes		One or Two Family House
	Potentially Impacted Building		Apartment or Condominium
	New House Construction		Restaurant
			Recreation
			School

Analysis Area North
3 of 3

Sources: NYC Planning, NYC DoITT, SCAPE

Coordinate System:
 NAD 1983 StatePlane New York Long Island FIPS 3104 Feet
 Datum: North American 1983

March 24, 2021



Living Breakwaters Project Overview

0 200 400 Feet



	Living Breakwaters		Building Type ELEVATED ON STILTS/PILARS/WALLS
	Existing Dunes		STAIRS TO FRONT DOOR, FULL STORY
	Potentially Impacted Building		STAIRS TO FRONT DOOR, LESS THAN 1 STORY (NO SLOPED DRIVEWAY)
			SPLIT LEVEL --STAIRS TO FRONT DOOR, LESS THAN 1 STORY, (NO SLOPED DRIVEWAY)
			FRONT DOOR AT GRADE
			SLOPED DRIVEWAY
			FIRST FLOOR BELOW GRADE

Overview
1 of 3

Sources: NYC Planning, NYC DoITT, SCAPE

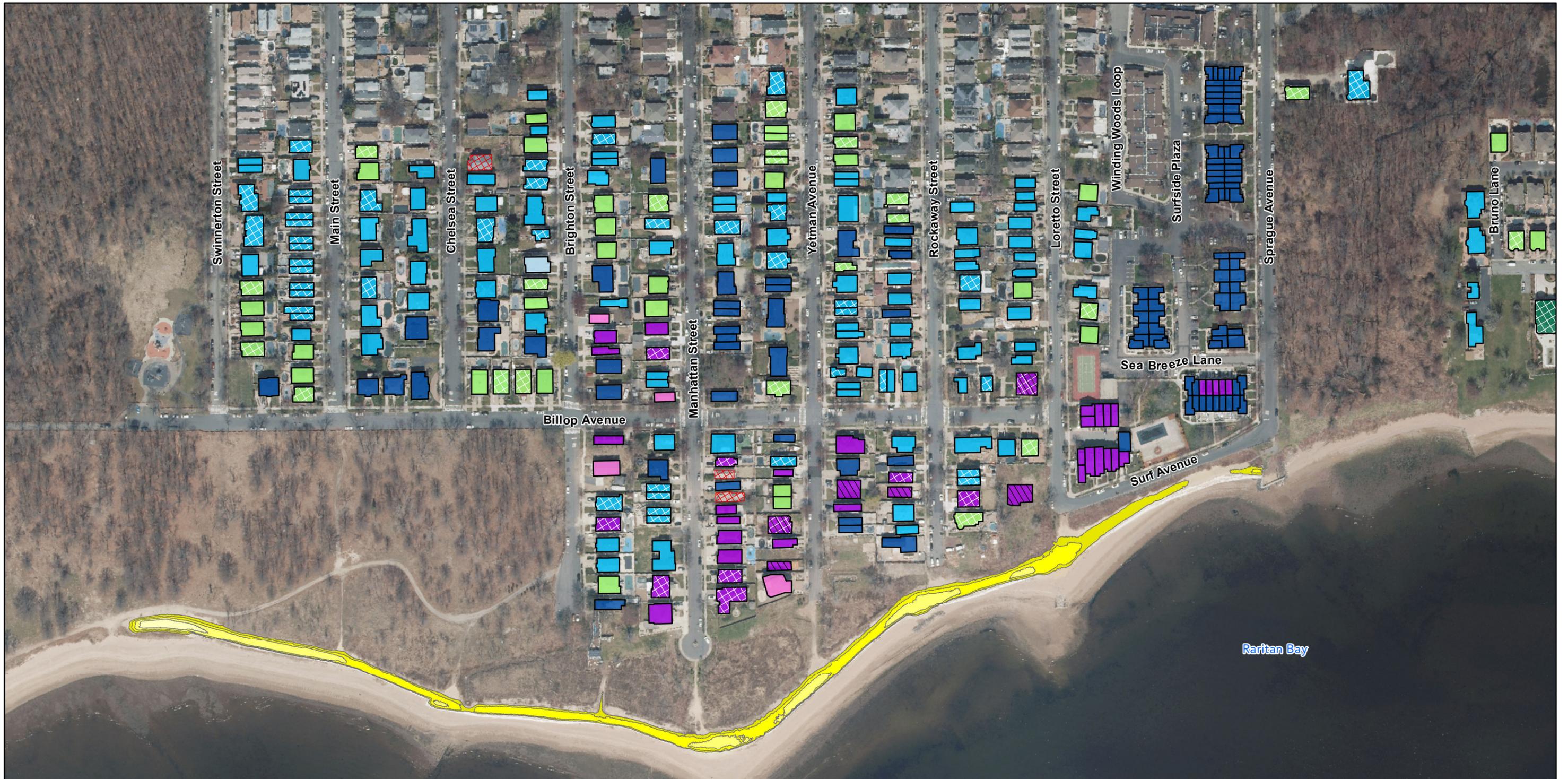
Coordinate System:
NAD 1983 StatePlane New York Long Island FIPS 3104 Feet
Datum: North American 1983

March 25, 2021



Living Breakwaters Building Type and Finished Basements

0 200 400 600 800 1,000 Feet



	Living Breakwaters	Building Type	
	Existing Dunes		ELEVATED ON STILTS/PILARS/WALLS
	Potentially Impacted Building		STAIRS TO FRONT DOOR, FULL STORY
	New House Construction		STAIRS TO FRONT DOOR, LESS THAN 1 STORY (NO SLOPED DRIVEWAY)
	Demolished House		SPLIT LEVEL --STAIRS TO FRONT DOOR, LESS THAN 1 STORY, (NO SLOPED DRIVEWAY)
	Known Finished Basement		FRONT DOOR AT GRADE
			SLOPED DRIVEWAY
			FIRST FLOOR BELOW GRADE

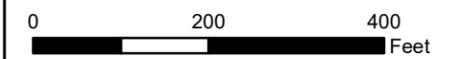
**Analysis Area South
2 of 3**

Sources: NYC Planning, NYC DoITT, SCAPE
 Coordinate System:
 NAD 1983 StatePlane New York Long Island FIPS 3104 Feet
 Datum: North American 1983

March 25, 2021



**Living Breakwaters
Building Type and Finished Basements**





	Living Breakwaters	Building Type	
	Existing Dunes		ELEVATED ON STILTS/PILARS/WALLS
	Potentially Impacted Building		STAIRS TO FRONT DOOR, FULL STORY
	New House Construction		STAIRS TO FRONT DOOR, LESS THAN 1 STORY (NO SLOPED DRIVEWAY)
	Known Finished Basement		SPLIT LEVEL --STAIRS TO FRONT DOOR, LESS THAN 1 STORY, (NO SLOPED DRIVEWAY)
			FRONT DOOR AT GRADE
			SLOPED DRIVEWAY
			FIRST FLOOR BELOW GRADE

Analysis Area North
3 of 3

Sources: NYC Planning, NYC DoITT, SCAPE

Coordinate System:
 NAD 1983 StatePlane New York Long Island FIPS 3104 Feet
 Datum: North American 1983

March 25, 2021



Living Breakwaters
Building Type and Finished Basements

0 200 400 Feet